

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

LUIZ HENRIQUE MAYKOT PRATES

CIRURGIÃO-DENTISTA

INFLUÊNCIA DE AGENTES CIMENTANTES NA RESISTÊNCIA
À TRAÇÃO DE COROAS TOTAIS FUNDIDAS, FIXADAS EM
DENTINA E NÚCLEOS METÁLICOS

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

PIRACICABA - SP
1999

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	T/UNICAMP
	P887i
V.	Ex.
TOMBO BS/	39902
PREÇO	278/00
	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	12/01/00
N.º CPD	

CM-00130615-2

Ficha Catalográfica

P887i Prates, Luiz Henrique Maykot.
 Influência de agentes cimentantes na resistência à tração de coroas totais fundidas, fixadas em dentina e núcleos metálicos. / Luiz Henrique Maykot Prates. — Piracicaba, SP : [s.n.], 1999. 141p. : il.

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

1. Cimentos dentários. 2. Materiais dentários. 3. 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.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 14 de Setembro de 1999, considerou o candidato LUIZ HENRIQUE MAYKOT PRATES aprovado.

1. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

2. Prof. Dr. ROSA HELENA MIRANDA GRANDE

3. Prof. Dr. LOURENCO CORRER SOBRINHO

A Deus, que me deu saúde e perseverança para que eu alcançasse os meus objetivos.

Aos meus pais Cláudio e Arlene, pelo amor, pela educação, pelo exemplo de vida, pelo incentivo e por sempre possibilitarem condições para a formação dos filhos.

À Silvana, pelo amor, pelo incentivo, pela compreensão e paciência durante a realização do Curso.

À minha irmã Ana Maria, ao meu cunhado Gilson e a minha sobrinha Alice, pelo apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Doutor SIMONIDES CONSANI, Professor Titular do Departamento de Odontologia Restauradora - Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, não só pela orientação durante a realização deste trabalho, como pela amizade, e confiança durante o Curso, além do exemplo de humildade, dignidade e dedicação ao magistério.

Ao Doutor MÁRIO FERNANDO DE GOES, Professor Adjunto do Departamento de Odontologia Restauradora - Área Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela amizade, pelo convívio e pelos conhecimentos transmitidos durante o Curso.

Ao Doutor LOURENÇO CORRER SOBRINHO, Professor Livre Docente do Departamento de Odontologia Restauradora - Área Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela amizade, pelo convívio e pelos conhecimentos transmitidos durante o Curso.

Ao Doutor MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI, Professor Doutor do Departamento de Odontologia Restauradora - Área Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela amizade, pelo convívio, pelos conhecimentos transmitidos e pela orientação na análise estatística deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

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

Ao Professor Doutor Gilssé Ivan Regis Filho, Chefe do Departamento de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, pelo apoio sempre demonstrado.

À Professora Doutora Maria José de Carvalho Rocha, Ex-chefe do Departamento de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, pela amizade, pelo incentivo e apoio para realização do Curso.

Aos professores Hamilton Pires Maia, Gilberto Müller Arcari e Marcelo Carvalho Chain, docentes da Disciplina Materiais Dentários da Universidade Federal de Santa Catarina, pela amizade e apoio durante o Curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão dos recursos para a realização deste trabalho.

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

Ao Funcionário Marcos Blanco Cangiani, Engenheiro Mecânico da Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela amizade, presteza durante o Curso e ajuda na confecção dos corpos-de-prova.

À Funcionária Selma Aparecida Barbosa Segalla, Técnica de Laboratório da Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela amizade e presteza durante o Curso.

Aos colegas José Nazareno Gil, Rubens Rodrigues Filho, Luiz Henrique de Souza e Wilson Tadeu Felipe, cirurgiões-dentistas, pela amizade e ajuda no fornecimento dos dentes.

Ao Professor Doutor Saide Domitti, pela amizade e pela cessão do Laboratório da Área Prótese Total da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP.

Ao Professor Doutor Luiz André Freire Pimenta, pela amizade e pela cessão da máquina de ciclagem térmica da Área Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP.

Às bibliotecárias Heloisa Ceccotti e Marilene Girello, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pelas sugestões e correções na bibliografia.

À colega do Curso de Pós-Graduação Christiane Martins de Lanna Salles Carvalho, pela amizade e pela correção do "Abstract" deste trabalho.

Ao Técnico em Prótese Dentária Jorge Alcarde, pela amizade e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela amizade e convívio durante o Curso.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

LISTAS.....	1
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. PROPOSIÇÃO.....	19
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	23
4. MATERIAIS E MÉTODO.....	67
5. RESULTADOS.....	87
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	99
7. CONCLUSÃO.....	111
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
9. APÊNDICE.....	125

LISTAS

LISTAS

ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGNIFICADO

ADA	Associação Dentária Americana
ANOVA	Análise de variância
ASPA	silicato de alumínio e ácido poliacrílico
BS	Especificações Britânicas
CIV	cimento de ionômero de vidro
cm ²	centímetro quadrado
cm/min	centímetro por minuto
CP	corpo-de-prova
EBA	ácido etóxi benzóico
<i>et al.</i>	e colaboradores (abreviatura de <i>et alli</i>)
FDI	Federação Dentária Internacional
°	grau
°C	grau Celsius
Hz	hertz
=	igual (em fórmulas matemáticas)
ISO	Organização Internacional para Padronização
kg	quilograma
kgf	quilograma-força
kg/cm ²	quilograma por centímetro quadrado
>	maior

<	menor
+	adição (em fórmulas matemáticas)
-	subtração (em fórmulas matemáticas)
±	mais ou menos (em indicação de temperatura e umidade)
MPa	Mega Pascal
μm	micrometro
mA	miliampere
mm	milímetro
mm ²	milímetro quadrado
mm/min	milímetro por minuto
MOD	mésio ocluso distal
N	newton
N/mm ²	newton por milímetro quadrado
nº	número
%	por cento
p	probabilidade
ppm	parte por milhão
PVC	poli vinil cloreto rígido
.	multiplicação (em fórmulas matemáticas)
√	raiz quadrada

RESUMO

RESUMO

O propósito do estudo foi avaliar o comportamento de 4 agentes cimentantes, em relação à resistência à remoção, por tração, de coroas totais fundidas, fixadas sobre preparos em dentina e núcleos metálicos. Foram utilizados 28 molares humanos, inferiores e recém-extraídos. Após a confecção de um orifício retentivo, as raízes dos dentes foram embutidas em resina acrílica ativada quimicamente, contida em tubos de PVC. Nas porções coronárias foram confeccionados preparos para coroas totais, com ponta diamantada nº 4103, sob refrigeração, acoplada ao torno mecânico. Os preparos em dentina, com expulsividade de 8°, foram reproduzidos em liga de prata Pratalloy (Degussa), através de técnica de fundição. Após a limpeza dos núcleos metálicos, com jato de óxido de alumínio, os preparos foram moldados com silicona por adição Express (3M), sendo o enceramento dos padrões das coroas, realizado em troquéis de gesso tipo IV Vel Mix (Kerr). As 56 coroas totais, com uma alça suporte oclusal, foram confeccionadas em liga de paládio-prata Pors-on 4 (Degussa), através de técnica de fundição de rotina. Após a limpeza das coroas, com jato de óxido de alumínio, os corpos-de-prova em dentina e em núcleos, foram divididos aleatoriamente em 8 grupos com 7 réplicas (4 grupos em dentina e 4 em núcleos). As coroas dos grupos 1, 2, 3 e 4 foram fixadas nos preparos em dentina, respectivamente, com os cimentos de fosfato de zinco (Cimento de Zinco - SS White); de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE); de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer - 3M); e, resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Usos 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 ± 2 °C e 55 ± 2 °C e posteriormente aos ensaios de remoção, por tração, em máquina Instron, com velocidade de 1 mm/min. Os resultados foram analisados usando ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$) e as médias em quilograma-força (kgf) foram: Grupo 1: 16,70 (5,10); Grupo 2: 39,26 (8,26); Grupo 3: 34,91 (14,09); Grupo 4: 75,58 (7,31); Grupo 5: 73,05 (4,50); Grupo 6: 125,94 (14,01); Grupo 7: 120,92 (13,01); e, Grupo 8: 106,53 (14,79). Em dentina, o Grupo 4 foi significativamente maior do que os grupos 1, 2 e 3 ($p < 0,05$) e os grupos 2 e 3 foram similares entre si ($p > 0,05$) e superiores ao Grupo 1 ($p < 0,05$). Em núcleos metálicos, os grupos 6 e 7 foram similares entre si ($p > 0,05$), o mesmo ocorrendo entre os grupos 7 e 8 ($p > 0,05$), enquanto o Grupo 6 foi superior ao 8 e ao 5 ($p < 0,05$). A resistência retentiva dos grupos 5, 6, 7 e 8 (núcleos) foi significativamente maior que as resistências dos grupos 1, 2, 3 e 4 (dentina) ($p < 0,05$).

Palavras-chave: cimentos dentários, coroas, materiais dentários.

ABSTRACT

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the behaviour of 4 dental cements, to the removal strength, under tensile, of full cast crowns luted to dentin, and cast metallic cores. After the preparation of a retentive orifices, the roots of twenty eight teeth were embedded in resin within PVC tubes. Then, the coronal portions of the teeth were prepared to receive full crowns, using a 4103 diamond bur, under refrigeration, held on a lathe. Dentin preparations, with 8 degrees of tapering, were duplicated with silver alloy (Pratalloy - Degussa), using a routine casting technique. The mettalic cores were cleaned with aluminum oxide blast, the preparations were cast with Express (3M) vinyl polysiloxane, and the patterns were waxed on type IV stone dies (Vel Mix - Kerr). The fifty six full crowns, with an occlusal support loop, were made with palladium-silver alloy (Pors-on 4 – Degussa) using a routine casting technique. The mettalic crowns were cleaned with aluminum oxide blast, and then the test specimens on dentin and in cores were randomly assigned to 8 groups of 7 units each (4 groups in dentin and 4 groups in cores). The crowns of Groups 1, 2, 3 and 4 were luted to the preparations in dentin, respectively, with zinc phosphate (SS White), conventional glass ionomer (Ketac Cem - ESPE), resin-modified glass ionomer (Vitremmer - 3M) and resin with adhesive (Resin cement and Scotchbond MP Plus - 3M) cements. The crowns of Groups 5, 6, 7 and 8 were luted in metallic cores, respectively, with the same cements. All samples were stored at 37° C, in 100 % relative humidity, for 24 hours. After, the specimens were submitted to 500 termocycles, between 5 ± 2 °C and 55 ± 2 °C, and then to the tensile bond strength in an Instron machine, at a cross-head speed of 1mm/min, until the failure. The results were analyzed by ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$) and the means in kgf were: Group 1: 16.70 (5.10); Group 2: 39.26 (8.26); Group 3: 34.91 (14.09); Group 4:

75.58 (7.31); Group 5: 73.05 (4.50); Group 6: 125.94 (14.01); Group 7: 120.92 (13.01); and Group 8: 106.53 (14.79). With regard to the dentin, Group 4 was significantly higher than Groups 1, 2, and 3 ($p < 0.05$), Groups 2 and 3 were similar to each other ($p > 0.05$) and superior to Group 1 ($p < 0.05$). On metal cores Groups 6 and 7 were similar to each other ($p > 0.05$) and, the same happened to Groups 7 and 8 ($p > 0.05$), while Group 6 was superior to Groups 8 and 5 ($p < 0.05$). Removal strengths of Groups 5, 6, 7, and 8 (cores) were significantly higher than Groups 1, 2, 3, and 4 (dentin) ($p < 0.05$).

Key-words: crowns, dental cements, dental materials.

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Segundo BRUKL *et al.* (1985), os cimentos são considerados a interface mais fraca da estrutura formada pela associação fundição-cimento-dente. Na odontologia americana, os materiais disponíveis para fixação dos diferentes tipos de próteses, de acordo com CHRISTENSEN (1991), são indicados com a seguinte ordem de preferência: cimento de ionômero de vidro, cimento de policarboxilato de zinco, cimento de fosfato de zinco, cimentos resinosos e cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado.

O cimento de fosfato de zinco é utilizado para fixação de próteses, desde a sua introdução por AMES, em 1892. Apesar de possuir certas propriedades negativas, como irritação à polpa dental, solubilidade em água e ácidos, e deficiência no selamento marginal, possui, como propriedades positivas, a boa resistência mecânica e pequena espessura de película no assentamento de peças protéticas (GRIEVE, 1969 e NINA *et al.*, 1975). Mesmo assim, em 1980, ABELSON relatou que o cimento de fosfato de zinco ainda era o mais utilizado nas escolas americanas de odontologia.

Como uma alternativa para o cimento de fosfato de zinco, no procedimento de fixação de coroas, foi proposto o cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado. Entretanto, estudos de PHILLIPS *et al.* (1968); GRIEVE (1969); NINA *et al.* (1975); e, HEMBREE & COOPER (1979) demonstraram que este cimento apresenta menor resistência nos ensaios de remoção, por tração, quando usado na fixação de coroas, bem como maior espessura de película no assentamento de coroas, em relação ao cimento de fosfato de zinco. A desvantagem da menor resistência mecânica e a vantagem da dessensibilização que causa à dentina, no entanto, limitaram o uso do

cimento de óxido de zinco e eugenol, segundo ABELSON (1980) e CHRISTENSEN (1991), apenas à cimentação provisória de coroas e/ou em restaurações provisórias de dentes sensíveis.

Em 1968, SMITH desenvolveu o cimento de policarboxilato de zinco, com propriedades adesivas à estrutura dental e a certos metais e boa resistência mecânica, condições que possibilitaram a sua utilização como fixador de próteses. Pesquisas de ADY & FAIRHURST (1973) e BUTTON *et al.* (1985) relataram resultados superiores para o cimento de policarboxilato de zinco, quando comparado ao fosfato de zinco, em se tratando de união a ligas metálicas. Por outro lado, GRIEVE (1969); NINA *et al.* (1975); ABELSON (1980); e, TREVISAN *et al.* (1991), apresentaram valores de resistência à remoção, por tração, de coroas fixadas sobre preparos em dentina, sem diferença estatística entre os dois cimentos, enquanto valores similares de espessura de película no assentamento de coroas, também eram relatados por GRIEVE (1969) e NINA *et al.* (1975). Apesar do bom desempenho, CHRISTENSEN (1991) recomendou o cimento de policarboxilato de zinco apenas para a fixação de próteses de pequena extensão ou em dentes sensíveis, não o indicando para áreas sujeitas a grandes esforços ou próteses extensas.

Em 1972, WILSON e KENT desenvolveram o cimento de ionômero de vidro e, em 1977, WILSON *et al.* avaliaram as propriedades de um ionômero para fixação de próteses. De acordo com MUZYNSKI *et al.* (1988), esses materiais liberam flúor; apresentam resistência mecânica relativamente alta, como descrito por BEBERMEYER & BERG (1994); e, são aderentes aos metais básicos e à estrutura dental, como demonstrado por HOTZ *et al.* (1977). Pesquisas de OMAR (1988) e MARTINS (1995) demonstraram a superioridade do ionômero de vidro na fixação de

peças protéticas em preparos de dentina, quando comparado ao cimento de fosfato de zinco, enquanto BUTTON *et al.* (1985) relataram bom desempenho na união a ligas metálicas. Atualmente, estão disponíveis ionômeros modificados por resina, como descrito por MCLEAN *et al.* (1994). Segundo CHRISTENSEN (1991), apesar de acarretarem alguma sensibilidade pós-operatória e serem influenciados por variáveis de manipulação, as propriedades positivas fazem dos cimentos ionoméricos os materiais mais indicados para fixação de próteses dentais.

A utilização dos cimentos resinosos para a fixação de próteses tem sido aceita pelos profissionais (CHRISTENSEN, 1991). Cimentos de resina modificados por poliácido, como descrito por MCLEAN *et al.* (1994), também têm sido utilizados. Um estudo de GORODOVSKY & ZIDAN (1992), sobre a resistência à remoção de coroas, por tração, apresentou valores maiores para estes cimentos quando comparados aos cimentos de fosfato de zinco e de ionômero de vidro. Entretanto, as principais dificuldades na utilização desses materiais na fixação de coroas, de acordo com BRUKL *et al.* (1985) e CHRISTENSEN (1991), são a maior espessura de película e a sensibilidade pós-operatória respectivamente.

Como visto na literatura, diversos estudos avaliaram o grau de eficiência de vários cimentos indicados para a fixação de coroas totais (PHILLIPS *et al.*, 1968; GRIEVE, 1969; NINA *et al.*, 1975; HEMBREE & COOPER, 1979; ABELSON, 1980; BRUKL *et al.*, 1985; OMAR, 1988; TREVISAN *et al.*, 1991; GORODOVSKY & ZIDAN, 1992; e, MARTINS, 1995). Apesar da relativa disponibilidade de informações sobre o desempenho desses materiais, muitas pesquisas, entretanto, compararam as propriedades dos cimentos tradicionais, como de fosfato de zinco, de óxido de zinco e eugenol, de poliacarboxilato de zinco e de ionômero de vidro convencional (PHILLIPS *et*

al., 1968; GRIEVE, 1969; NINA *et al.*, 1975; HEMBREE & COOPER, 1979; OMAR, 1988; TREVISAN *et al.*, 1991). Além disso, alguns resultados são conflitantes e o grande número de produtos lançados periodicamente, seja cimentos resinosos ou de ionômero de vidro modificado por resina, dificultam a seleção do material apropriado, por parte do cirurgião-dentista. Dúvidas também existem em relação ao material de escolha para cada tipo de preparo, comumente efetuado em dentina ou restabelecido por núcleo metálico fundido.

Em virtude da carência de informações atuais sobre o desempenho dos agentes cimentantes disponíveis para fixação definitiva de coroas, seria conveniente avaliar o comportamento de cimentos odontológicos na fixação de coroas totais fundidas, sobre preparos em dentina e em núcleos metálicos.

2. PROPOSIÇÃO

2. PROPOSIÇÃO

O propósito deste trabalho foi avaliar a influência de 4 agentes cimentantes: fosfato de zinco (Cimento de Zinco - SS White); ionômero de vidro convencional (Ketac Cem – ESPE); ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer - 3M); e, Cimento resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Use Plus - 3M), na fixação de coroas totais metálicas fundidas, sobre dentina e núcleos metálicos, nas variáveis: a) resistência à remoção por tração; e, b) tipo de falha na interface coroa-cimento-preparo.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3. REVISÃO DA LITERATURA

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

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 Pharmacent, e de óxido de zinco e eugenol Kalzinol, além do gesso pedra Calstone e do material experimental Bi-oxol. 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 realizados em máquina Losenhausen. Os testes de resistência retentiva foram realizados 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, 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.

PHILLIPS *et al.*, em 1968, avaliaram as propriedades dos cimentos de óxido de zinco e eugenol indicados para a fixação definitiva de peças protéticas e

compararam-nas com as do cimento de fosfato de zinco. As propriedades avaliadas foram resistências à compressão e à tração, solubilidade, espessura de película e retentividade, através da força requerida para a remoção de incrustações. Os cimentos avaliados foram os de óxido de zinco e eugenol Opotow EBA, Ultim Eba Pro Cem, Fynal e Temrex Extra e o cimento de fosfato de zinco Tenacim. A resistência à compressão foi verificada em corpos-de-prova cilíndricos (6 por 12 mm), enquanto a resistência à tração foi feita pelos métodos de tração diametral e tração simples. A solubilidade foi medida diariamente, em água e ácido acético, durante 5 dias, por determinação gravimétrica do resíduo. A espessura de película foi verificada de acordo com a especificação nº 8 da ADA. A retenção foi avaliada através do tracionamento de incrustações metálicas oclusais, fixadas em preparos com 5 mm de diâmetro e 7° de expulsividade, em dentes extraídos. Todos os cimentos de óxido de zinco e eugenol apresentaram resistências à compressão inferior a do cimento de fosfato de zinco (um máximo de 393 kg/cm² contra 899 kg/cm²). As resistências à tração simples e à tração diametral, dos cimentos de óxido de zinco e eugenol e de fosfato de zinco, foram similares, enquanto a espessura de película dos cimentos de óxido de zinco e eugenol foi superior (18 µm do Tenacim contra um mínimo de 36 µm do Fynal). As solubilidades, em água e ácido, dos cimentos de óxido de zinco e eugenol/EBA Opotow EBA e Pro Cem, foram similares às do cimento de fosfato de zinco, enquanto as solubilidades dos demais foram superiores. A resistência à remoção das incrustações, fixadas com os 2 cimentos de óxido de zinco e eugenol/EBA (Opotow EBA e Pro Cem), foi comparável a do cimento de fosfato de zinco, enquanto os demais cimentos de óxido de zinco e eugenol, apresentaram a metade da resistência.

SMITH, em 1968, descreveu o cimento de poliacrilato de zinco como um novo material formado pela mistura de um pó de óxido de zinco com uma solução aquosa de ácido poliacrílico, sendo que aditivos, como fluoretos, podiam ser incorporados para a 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 a boa 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 3 cimentos de óxido de zinco e eugenol, 1 de fosfato de zinco e 1 de policarboxilato de zinco, em relação à espessura de película e à resistência ao deslocamento de coroas, fixadas a preparos torneados em dentes extraídos. Molares humanos, com as raízes embutidas 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 foram 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 teste de deslocamento em uma máquina Instron, com velocidade de 0,05 cm/min. Os 5 cimentos foram também testados 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 existentes. A presa do novo 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 hidrogênio do líquido penetram 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. As resistências à compressão e à tração foram de 218 N/mm² e 17 N/mm², respectivamente, nas primeiras 24 horas. Dados preliminares mostraram resistência superficial ao ataque por ácidos presentes na boca e união aos metais básicos e à 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 às cadeias polieletrólíticas.

ADY & FAIRHURST, em 1973, avaliaram a resistência de união dos cimentos de poliacarboxilato 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, como jateamento, decapagem e ataque eletrolítico. Foram preparadas áreas de união com 6 mm de diâmetro nas superfícies metálicas e os cimentos recém-espaturados foram pressionados contra essas superfícies, após tratamento prévio com um dos 3 procedimentos. Os testes de cisalhamento foram feitos após 3 horas de armazenagem a 37° C, em 100 % de umidade relativa. Os resultados proporcionados pelo cimento de poliacarboxilato de zinco foram estatisticamente superiores aos do cimento de fosfato de zinco, ocorrendo também uma diferença em relação ao tipo de falha, que foi predominantemente adesiva no cimento de fosfato de zinco e coesiva no cimento de poliacarboxilato de zinco. De acordo com o autor, o benefício do aumento da rugosidade e da área de superfície, proporcionados pelo jateamento, sugerem-no como o tratamento de escolha para a adesão, pelo aumento do nível de imbricação mecânica.

NINA *et al.*, em 1975, avaliaram 3 cimentos em relação à adaptação e à resistência à remoção, por tração, de coroas totais fundidas fixadas a preparos em dentes naturais. Molares humanos extraídos, com as raízes embutidas em blocos de resina acrílica, foram preparados para coroas totais em um torno mecânico. Os padrões de cera foram fundidos em liga de ouro tipo III e durante a adaptação aos preparos, as coroas foram submetidas à uma carga de 15 kg, durante 5 minutos, seguida por leitura do desajuste em micrômetro comparador. Após a fixação com os cimentos de fosfato de zinco, de poliacarboxilato de zinco e de óxido de zinco e eugenol com EBA, os corpos-de-prova foram submetidos à nova leitura no micrômetro e aos

ensaios de tração até o deslocamento. Os 3 cimentos influenciaram na adaptação das coroas, havendo semelhança e melhor adaptação com os cimentos de fosfato de zinco e de poliacarboxilato de zinco em relação ao cimento de óxido de zinco e eugenol com EBA. As resistências à remoção (kgf) dos cimentos de fosfato de zinco e de poliacarboxilato de zinco, foram estatisticamente semelhantes e superiores à do cimento de óxido de zinco e eugenol com EBA.

INES, em 1975, avaliou a resistência à remoção, por tração, de coroas totais fundidas fixadas em preparos em dentes extraídos. As variáveis estudadas foram, 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 totais fundidas foram fixadas com cimento de fosfato de zinco e os testes de tração realizados em máquina de testes Riehle. As coroas aliviadas internamente e as com perfuração oclusal, apresentaram maior resistência à remoção (kgf); por outro lado, a utilização do 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.

CHAN *et al.*, em 1976, avaliaram o efeito de vernizes cavitários na resistência de união de cimentos à dentina. Foram utilizados os vernizes Copalite e Varnal e os cimentos de fosfato de zinco Mizzy, de poliacarboxilato de zinco 3M e de óxido de zinco e eugenol Fynal, EBA e CBA. Nos grupos experimentais (com duas camadas de verniz) e nos grupos controle (sem verniz), os cimentos recém-espaturados foram aplicados a seções quadradas de dentina que foram fixadas a superfícies similares de dentina. Os excessos foram removidos e os conjuntos foram

alinhados e testados sob tração em uma máquina de testes com velocidade de 3 cm/min. A resistência de união, sem aplicação de verniz, foi maior para o cimento de policarboxilato de zinco 3M (15,75 kg/cm²), seguida pelos cimentos de fosfato de zinco Mizzy (3,68 kg/cm²) e de óxido de zinco e eugenol EBA (2,87 kg/cm²), Fynal (0,50 kg/cm²) e CBA (0,14 kg/cm²). A aplicação dos 2 vernizes diminuiu significativamente as resistências de união dos cimentos de fosfato de zinco (Copalite 2,68 kg/cm² e Varnal 2,37 kg/cm²) e de policarboxilato de zinco (Copalite 3,00 kg/cm² e Varnal 1,18 kg/cm²), provocando aumento da resistência de união do cimento de óxido de zinco e eugenol Fynal (Copalite 3,68 kg/cm² e Varnal 2,68 kg/cm²). A união do cimento de óxido de zinco e eugenol CBA não foi afetada, enquanto o cimento EBA teve a união melhorada apenas com o verniz Varnal (3,68).

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

ionômero de vidro com metais nobres foram feitos em espécimes de platina (4 por 4 por 0,2 mm) e de ouro (3 a 5 mm de diâmetro) que foram preparados com eletrodeposição de estanho e oxidação ou jato de óxido de alumínio. Em uma das faces oxidadas, foi também aplicada e sinterizada a porcelana (Vitadur). O cimento de ionômero de vidro uniu-se ao esmalte, à dentina e ao ouro e platina tratadas com eletrodeposição e não se uniu a metais nobres não tratados e à porcelana.

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

policarboxilato de zinco (9,3 contra 12,5 N/mm²), similar a do cimento de silicofosfato e maior do que a dos cimentos de fosfato de zinco (4,9 N/mm²), de óxido de zinco e eugenol Fynal (4,0 N/mm²) e EBA (7,6 N/mm²). A espessura de película do cimento ASPA IV foi menor do que a dos cimentos de silicofosfato (24 contra 28 µm), de fosfato de zinco (32 µm) e de óxido de zinco e eugenol EBA (45 µm) e similar a dos cimentos de policarboxilato de zinco (22 µm) e de óxido de zinco e eugenol Fynal (25 µm). A solubilidade do cimento ASPA IV foi maior do que a dos demais cimentos, com exceção do cimento de silicofosfato, enquanto a opacidade foi a menor de todas.

OILO & JORGENSEN, em 1978, avaliaram a influência da rugosidade superficial de preparos em núcleos metálicos e em dentes naturais (dentina), na resistência retentiva de coroas totais fixadas com os cimentos de fosfato de zinco De Trey's e de policarboxilato de zinco Durelon. Os preparos em núcleos metálicos e em dentes naturais foram confeccionados em torno mecânico, variando-se a técnica de corte para a obtenção de 3 padrões de rugosidade. As coroas totais metálicas, com ventilação oclusal, também foram confeccionadas em torno mecânico. Os núcleos metálicos tiveram todas as medidas padronizadas e os preparos em dentina foram padronizados apenas na expulsividade (10°), em virtude da variação no tamanho e no formato dos dentes. Após a fixação das coroas, os corpos-de-prova foram armazenados em 100% de umidade relativa durante 25 horas e os testes de remoção foram feitos em máquina Losenhausen com velocidade de 200 mm/min. A análise de regressão demonstrou que a habilidade retentiva de ambos os cimentos aumenta com o aumento da rugosidade superficial. A resistência retentiva, relacionada com a área do preparo, foi 3 vezes maior nas coroas fixadas em núcleos em relação àquelas fixadas em dentina. Esta diferença ocorreu em virtude da maior dureza dos núcleos

metálicos em relação à dentina, que tem os picos da superfície rugosa comprimidos com maior facilidade durante o tracionamento, o que proporciona um maior deslizamento sem fratura do cimento. Em superfícies lisas o cimento de fosfato de zinco teve retentividade menor do que o cimento de poliacrilato de zinco, ocorrendo o inverso em superfícies rugosas.

HEMBREE & COOPER, em 1979, avaliaram a resistência retentiva de incrustações MOD e coroas totais, com e sem alívio interno, fixadas a preparos em dentes naturais com os cimentos de fosfato de zinco Fleck's, de poliacrilato de zinco Durelon e de óxido de zinco e eugenol Ethoxybenzoic acid. Foram utilizados 10 molares e 10 pré-molares superiores extraídos, cujas raízes foram embutidas em resina acrílica após a confecção de ranhuras retentivas. Os dentes foram preparados para coroas totais e os padrões para fundição foram confeccionados pela técnica direta sem uso de espaçador. As fundições foram feitas em liga de ouro e foram fixadas de acordo com os fabricantes dos cimentos, com carga de 9 kgf aplicada durante 10 minutos, sendo os testes realizados em máquina Instron, após armazenagem em água a 37° C durante 24 horas. Na segunda etapa do estudo, os preparos receberam 4 camadas do espaçador Tru Fit a 1 mm dos terminos dos preparos, sendo as fundições confeccionadas de modo similar. Tanto nas coroas totais quanto nas incrustações MOD, foi observada maior resistência à remoção para os cimentos de fosfato de zinco e de poliacrilato de zinco em relação ao cimento de óxido de zinco e eugenol. A utilização do espaçador não foi estatisticamente significativa, com exceção das incrustações MOD, que, quando aliviadas, tiveram maior resistência retentiva com o cimento de óxido de zinco e eugenol.

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 poliacarboxilato de zinco, a fixação temporária com 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 poliacarboxilato de zinco Duralon, de óxido de zinco e eugenol reforçado com EBA Optow e 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. As coroas, fundidas em liga de ouro tipo III e 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 seqüência foi feita a ventilação e a colocação de pinos horizontais nas 3 coroas com os valores mais baixos. As resistências retentivas dos cimentos de fosfato de zinco (20,35 kgf) e de poliacarboxilato de zinco (18,38 kgf) foram estatisticamente similares entre si e superiores às dos cimentos de óxido de zinco e eugenol reforçado (13,87 kgf) e resinoso (13,02 kgf), que também foram similares entre si. Os orifícios de ventilação não melhoraram a resistência retentiva, sendo verificado o oposto com a utilização dos pinos horizontais. Não houve correlação positiva entre a área de superfície do preparo e o valor da resistência retentiva.

WORLEY *et al.*, em 1982, avaliaram a influência dos resíduos de óxido de zinco e eugenol e de ranhuras nos preparos e coroas, na resistência retentiva de coroas totais fixadas com cimento de fosfato de zinco a preparos em dentes naturais. Seis molares extraídos, com as raízes embutidas em resina acrílica, foram preparados para coroas totais, com as paredes axiais próximas de uma situação de paralelismo. Os padrões de fundição foram confeccionados pelo método direto e com uma alça suporte oclusal para adaptação na máquina de ensaios. As coroas foram fundidas em ouro tipo III e a fixação temporária foi feita com cimento de óxido de zinco e eugenol Temp Bond, com os testes de remoção sendo realizados após 30 minutos. Após a limpeza, as coroas foram fixadas com o cimento de fosfato de zinco Lee Smith, sendo novamente testadas após 30 minutos. Em seguida, as coroas foram limpas e aliviadas internamente para remoção do ajuste friccional, sendo então realizada uma série de fixações com cimento de fosfato de zinco com diversas variáveis: 1 – após a fixação com cimento de óxido de zinco e eugenol; 2 – após a confecção de ranhura circunferencial a 2 mm da margem do preparo; 3 – após a confecção de ranhura a 4 mm da margem da coroa; 4 – após a confecção de ranhura e jateamento da coroa com óxido de alumínio. Nas coroas com ajuste friccional, foi verificada uma carga significativamente menor para o cimento temporário de óxido de zinco e eugenol (7,83 kgf) em relação ao cimento de fosfato de zinco (26,66 kgf). Nas coroas sem ajuste friccional, a fixação temporária não interferiu na resistência retentiva do cimento de fosfato de zinco (15,57 kgf contra 12,9 kgf). A ranhura no preparo não alterou significativamente a retenção (12,89 kgf), como a ranhura na coroa (39,05 kgf) e a ranhura na coroa com jateamento (39,6 kgf). O cimento ficou preferencialmente retido nas coroas quando as mesmas tinham ranhuras e nos preparos quando não tinham.

VERMILYEA *et al.*, em 1983, avaliaram a influência do espaçador de troquéis, na resistência retentiva de coroas totais fundidas, fixadas a preparos em dentes naturais. Os cimentos utilizados foram os de fosfato de zinco Fleck's, de policarboxilato de zinco Durelon e de óxido de zinco e eugenol Fynal, sendo utilizados para o experimento 18 molares extraídos, com as raízes embutidas em resina acrílica contida em tubos metálicos. Os preparos para coroas totais, padronizados com expulsividade de 10 a 20° e término em chanfro, foram feitos com pontas diamantadas, sob refrigeração. Após o polimento dos preparos com pasta de pedra pomes, foram feitas moldagens com polissulfeto de borracha, sendo confeccionados 36 modelos de gesso tipo IV. As paredes de 18 modelos foram cobertas com duas camadas do espaçador Tru-Fit a 0,5 mm das margens, e nos 18 modelos remanescentes não foi utilizado o espaçamento. Os padrões de cera foram feitos pelo método indireto e as fundições foram confeccionadas em liga de ouro e com uma alça oclusal para adaptação à máquina de ensaios. Os 2 grupos de 18 coroas (com e sem espaçador) foram divididas em 3 sub-grupos de 6, um para cada cimento, sendo utilizada uma carga de 5 kg na fixação das coroas. Os testes de remoção foram feitos em máquina Instron, com velocidade de 0,5 mm/min, após 24 horas de armazenagem em 100 % de umidade relativa a 37° C. Após a primeira seqüência de testes, foi feita a limpeza e uma nova fixação das coroas, seguida por novos testes de remoção. Nas coroas sem espaçador, a resistência retentiva do cimento de fosfato de zinco (37 kgf) foi estatisticamente superior as dos cimentos de policarboxilato de zinco (22 kgf) e de óxido de zinco e eugenol (23 kgf). Nas coroas com espaçador, os cimentos de fosfato de zinco (25 kgf), de óxido de zinco e eugenol (23 kgf) e de policarboxilato de zinco (18

kgf) foram estatisticamente similares. O uso do espaçador diminuiu a resistência retentiva apenas com o cimento de fosfato de zinco.

BUTTON *et al.*, em 1985, avaliaram a influência da rugosidade superficial de fundições, na resistência de união de 4 cimentos, através de um teste de cisalhamento da interface cimento-fundição. As 3 superfícies de fundições utilizadas foram obtidas através do polimento com disco Shofu, que proporcionou uma rugosidade média de 0,08 μm ; e, do jateamento com óxido de alumínio com partículas de 60 e 280 μm , que proporcionaram rugosidades médias de 0,44 e 1,14 μm respectivamente. Foram utilizados os cimentos de fosfato de zinco Fleck's, de policarboxilato de zinco Durelon e de ionômero de vidro Chembond e Ketac Cem. As fundições, em número de 6 pares para cada grupo e medindo 6 por 6 por 10 mm, foram confeccionadas com a liga Biobond. Uma das faces de cada fundição foi aplainada antes de cada tratamento superficial, sendo a rugosidade medida em aparelho com ponta de diamante de 0,3 μm de sensibilidade. Em seguida as fundições foram submetidas a limpeza em ultra-som com água durante 5 minutos e para a fixação foi aplicada uma carga de 4,5 kgf durante 30 minutos. Os testes de cisalhamento foram realizados em máquina Instron com velocidade de 0,5 mm/min., após um período de armazenagem de 72 horas em 100 % de umidade. As resistências de união ao cisalhamento dos cimentos de policarboxilato de zinco Durelon (126 kg/cm²), de ionômero de vidro Ketac Cem (88 kg/cm²) e de fosfato de zinco Fleck's (47 kg/cm²), foram maiores com o jato de óxido de alumínio de 60 μm , enquanto o cimento de ionômero de vidro Chembond (53 kg/cm²) teve melhor desempenho com o jato de óxido de alumínio de 280 μm . A superfície polida proporcionou as menores resistências para os cimentos de ionômero de vidro Chembond (20 kg/cm²) e de fosfato de zinco Fleck's

(12 kg/cm²). O cimento de policarboxilato de zinco Durelon apresentou o melhor desempenho seguido pelos cimentos de ionômero de vidro Ketac Cem e Chembond e de fosfato de zinco Fleck's.

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 também avaliaram a resistência retentiva e o assentamento de coroas metálicas fundidas, fixadas com os cimentos resinoso e de fosfato de zinco a preparos torneados em dentes humanos extraídos. Sessenta primeiros molares, com as raízes embutidas em cilindros de resina 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 uma carga de 5 kg e submetidas à 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 teste 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 das

coroas. O cimento resinoso proporcionou diferença significativa no assentamento, em relação ao cimento de fosfato de zinco, nos casos onde não foi feita a ventilação.

CHAN *et al.*, em 1986, avaliaram a influência do condicionamento interno de coroas, da expulsividade do preparo e do tipo de cimento, na resistência retentiva de coroas fixadas a preparos em dentes naturais. Cem molares humanos extraídos, com as raízes embutidas em resina acrílica, foram preparados para coroas totais com pontas diamantadas em alta rotação. Os preparos foram feitos com expulsividade de 7° ou 30° e os padrões para as fundição foram confeccionados pelo método direto, sendo as coroas fundidas em liga de níquel/cromo Rexilium III, com uma alça oclusal para encaixe na máquina de testes. As 100 coroas foram divididas em 2 grupos, com angulações de 7° ou 30° e subdivididas em grupos de 10, para serem fixadas sem condicionamento interno com os cimentos de fosfato de zinco Fleck's, de óxido de zinco e eugenol Fynal, de policarboxilato de zinco Carboxylon e resinoso Comspan com e sem adesivo Scotchbond (3M). Após armazenagem em umidade relativa de 100 % a 37° C, durante 24 horas, as fundições foram submetidas aos testes de remoção, por tração, em uma máquina Instron com velocidade de 0,5 cm/min. Após os testes, as coroas foram limpas manualmente e em ultra-som durante 15 minutos e foram protegidas externamente. Em seguida foi feito o condicionamento com ácido sulfúrico a 10 % com corrente de 250 mA durante 6 minutos, imersão em ácido hidrocloreídrico a 18 % e em banho ultra-sônico. Foi então realizada uma nova fixação com os mesmos cimentos e uma nova série de testes. Os resultados demonstraram que os preparos com 7° de inclinação proporcionaram melhor retenção do que aqueles com 30°. O condicionamento das coroas melhorou a retenção, em relação as não condicionadas, nos preparos com 7° de inclinação (46,7 kgf contra 40,4 kgf). Em 30° não houve

diferença entre as condicionadas e não condicionadas (38,1 kgf contra 36,8 kgf). O cimento de policarboxilato de zinco Carboxylon proporcionou maior resistência ao deslocamento em todas as situações, seguido pelo cimento resinoso Comspan com adesivo que foi superior ao mesmo cimento sem adesivo. O cimento de óxido de zinco e eugenol Fynal foi superior ao de fosfato de zinco Fleck's, em coroas com 30°, ocorrendo semelhança com 7°. Os resultados demonstraram que a retentividade das coroas está relacionada à geometria do preparo.

CAMPAGNI *et al.*, em 1986, avaliaram o efeito do alívio proporcionado pelo espaçador para troquéis, no assentamento de coroas totais em preparos com e sem canaletas axiais. Foram utilizados 50 preparos para coroas totais de um modelo Ivorine, divididos em 5 grupos de 10 e montados com resina acrílica, em anéis de baquelita. Nos grupos 1 e 2 não foram confeccionadas canaletas, enquanto nos grupos 3, 4 e 5 foram confeccionadas duas canaletas axiais nas paredes vestibulares e linguais, a 1 mm das margens. Os preparos foram moldados com polivinilsiloxano e os moldes vazados com gesso tipo IV. Nos modelos dos grupos 1, 3 e 4 foram aplicadas 6 camadas do espaçador para troquéis Aerogloss nas paredes axiais e oclusal, a 1mm das margens, com omissão nas canaletas do Grupo 4. Nos grupos 2 e 5 não foi aplicado espaçador, que nos demais grupos teve a espessura estimada entre 20,84 e 39,12 μm . Os padrões para fundição foram confeccionados pela técnica indireta e as coroas foram fundidas em liga de ouro tipo III. Após a adaptação das coroas aos preparos, a discrepância vertical foi medida 3 vezes pela aplicação de uma agulha com 18 kg a uma pequena depressão feita na superfície oclusal. Após a fixação das coroas com cimento de fosfato de zinco Fleck's, foram feitas 3 novas medições da discrepância vertical. O alívio do troquel melhorou significativamente o assentamento

das coroas com e sem canaletas. A omissão do espaçador nas canaletas não reduziu os benefícios do alívio no restante do preparo.

TJAN & SARKISSIAN, em 1986, avaliaram a influência do polimento e do condicionamento do preparo com ácido poliacrílico, na resistência retentiva e adaptação de coroas totais de ouro fixadas com os cimentos de ionômero de vidro e de fosfato de zinco. Dez molares humanos extraídos, com as raízes embutidas em resina epóxica, foram preparados com pontas diamantadas para coroas totais. As paredes axiais ficaram aproximadamente paralelas e com as margens em chanfro, e os padrões de fundição foram feitos pela técnica direta e com uma alça na face oclusal para adaptação à máquina de ensaios. Duas coroas, em liga de ouro tipo III, foram feitas para cada dente, uma sobre o preparo confeccionado com ponta diamantada (espécimes não polidos) e a outra sobre o preparo polido com pedra branca e pasta de pedra-pomes. As coroas foram fixadas repetidas vezes até a formação de 5 grupos pré-estabelecidos: 1 – cimento de fosfato de zinco Fleck's em preparos não polidos e com duas camadas de verniz; 2 – cimento de fosfato de zinco em preparos não polidos e sem verniz; 3 – cimento de ionômero de vidro Ketac Cem em preparos não polidos; 4 – cimento de fosfato de zinco em preparos polidos; 5 – cimento de ionômero de vidro em preparos polidos após a limpeza com ácido poliacrílico, com as coroas sendo submetidas a jato de óxido de alumínio. Uma carga de 5,4 kg foi utilizada durante 10 minutos no assentamento e na fixação das coroas e a adaptação foi medida antes e após a fixação, com micrômetro eletrônico Minicom aplicado a face oclusal. Após a armazenagem por uma semana em 100 % de umidade, foram realizados os testes de remoção, por tração, em máquina Instron com velocidade de 1mm/min. As cargas para o deslocamento das coroas dos 2 grupos com cimento de ionômero de vidro (Grupo 3:

53,55 kgf e Grupo 5: 53,64 kgf) foram estatisticamente similares entre si e superiores aos dois grupos com cimento de fosfato de zinco em preparos com verniz ou polidos (Grupo 1: 34,2 kgf e Grupo 4: 33,21 kgf), que também foram similares entre si. O Grupo 2, com cimento de fosfato de zinco em preparos sem polimento e sem verniz (Grupo 2: 60,03 kgf), foi estatisticamente superior aos grupos 1 e 4, com verniz e polimento respectivamente. O polimento dos preparos e o cimento de ionômero de vidro como fixador melhoraram a adaptação das coroas. O cimento de fosfato de zinco teve melhor desempenho em superfícies rugosas, quando comparado a superfícies lisas.

ABOUSH & JENKINS, em 1987, avaliaram o efeito do ácido poliacrílico na união do cimento de polialcenoato de vidro Chem Fil II ao esmalte e à dentina. Foi feita também uma comparação com a limpeza com ácido cítrico e com pasta de pedra pomes, na descontaminação das superfícies dentinárias expostas à saliva. Coroas de molares humanos extraídos, embutidas em resina acrílica, foram desgastadas nas superfícies vestibulares, com lixas de carboneto de silício, até a granulação 600. Os corpos-de-prova foram divididos em 2 grupos e imersos em saliva durante 1 minuto ou 10 dias, com lavagem em água durante 20 segundos. Os corpos-de-prova foram divididos em sub-grupos e antes da aplicação do cimento de polialcenoato de vidro receberam os seguintes tratamentos: 1 - sem condicionamento dentinário; 2 - condicionamento com ácido poliacrílico a 25 %, durante 30 segundos; 3 - condicionamento com ácido cítrico a 50 %, durante 30 segundos; e, 4 - profilaxia com pasta de pedra pomes aplicada com taça de borracha em baixa rotação. Antes da aplicação do cimento, os corpos-de-prova foram lavados com água destilada e secos com ar. Os testes de tração foram realizados em máquina Instron, com velocidade de 2 mm/min, após 24 horas de armazenagem em água a 37° C. O condicionamento do

esmalte e da dentina com ácido poliacrílico a 25 % não melhorou a resistência adesiva do cimento de polialcenoato de vidro Chem Fil II, porém a contaminação com saliva pode eliminar completamente a adesão. O ácido poliacrílico a 25 % aplicado à dentina contaminada com saliva durante 1 minuto ou 10 dias, apresentou habilidade de limpeza similar a do ácido cítrico a 50 % e da pasta de pedra pomes aplicada com taça de borracha em baixa rotação.

GIECK, em 1987, descreveu fórmulas para o cálculo das áreas de diversas formas geométricas, entre elas a de uma coroa circular (ombro do preparo), de um tronco de cone e de uma circunferência.

Cálculo da área de uma coroa circular (A_c) (ombro do preparo):

$$A_c = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

sendo: π = constante 3,1416; D = diâmetro maior e d = diâmetro menor.

Cálculo da área de um tronco de cone (A_m):

$$A_m = \frac{\pi}{2} \cdot m \cdot (D + d)$$

sendo: π = constante 3,1416; m = mediatriz, D = base maior, d = base menor e a mediatriz calculada pela fórmula:

$$m = \sqrt{\left(\frac{D-d}{2}\right)^2 + h^2}$$

sendo: D = base maior; d = base menor e h = altura.

Cálculo da área de uma circunferência (A_o):

$$A_o = \pi \cdot r^2$$

sendo: π = constante 3,1416 e r = raio.

BUTTON et al., em 1988, avaliaram a influência de 5 métodos de limpeza de preparos em dentina na resistência retentiva de coroas totais fundidas, fixadas com

os cimentos de ionômero de vidro Ketac Cem e de poliacrilato de zinco Durelon. Os métodos de limpeza foram: 1 – limpeza superficial com explorador; 2 – agente para limpeza cavitária Cavilax (ESPE); 3 – limpeza com pasta profilática Nupro Fine; 4 – limpeza com pasta de pedra-pomes em taça de borracha; e, 5 - limpeza com pasta de pedra-pomes e tratamento com ácido poliacrílico. Sessenta molares humanos extraídos, com as raízes embutidas em resina acrílica, foram preparados para coroas totais com pontas diamantadas em alta rotação. Os preparos foram padronizados com 20° de expulsividade e altura de 4 mm e os padrões para fundição foram feitos em resina, pelo método direto, com o conduto de alimentação na face oclusal para ser utilizado no encaixe da máquina de testes. As coroas foram fundidas com a liga de paládio Chemodent e após a fixação provisória com cimento temporário Temp Bond e armazenagem durante 3 dias em 100 % de umidade a 37° C, as coroas foram removidas, limpas em ultra-som com água e submetidas ao jato de óxido de alumínio. Os corpos-de-prova, divididos em 5 grupos de 12, receberam um dos 5 métodos de limpeza e foram divididos em 2 sub-grupos de 6, um para cada cimento. Após a fixação, a amostra foi armazenada durante uma semana em 100 % de umidade a 37° C e submetida ao teste de remoção, por tração, em máquina Instron. A limpeza com pasta de pedra-pomes proporcionou as maiores resistências com os cimentos de ionômero de vidro Ketac Cem (55,8 kgf) e de poliacrilato de zinco Durelon (70,2 kgf). No cimento Ketac Cem a limpeza com pasta de pedra-pomes proporcionou resistência similar a limpeza superficial com explorador (51,75 kgf). A utilização do agente Cavilax diminuiu significativamente a retenção e o ácido poliacrílico não melhorou a resistência retentiva dos 2 cimentos.

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 testes 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.

MUZYNSKI *et al.*, em 1988, mediram a liberação de flúor de 4 cimentos de ionômero de vidro utilizados na fixação de próteses. Foram confeccionadas restaurações metálicas fundidas tipo MOD para serem fixadas em modelos de gesso reproduzidos a partir do modelo padronizado da ADA. As restaurações foram fixadas

com os cimentos Biocem, Everbond, Fuji Type I e Ketac Cem. Quinze minutos após o início da aglutinação dos materiais, os 3 espécimes de cada cimento foram colocados em saliva artificial à temperatura de $37 \pm 1^\circ \text{C}$. A análise do flúor da saliva foi feita após 4, 8, 24, 48, 120, 148 e 170 horas com eletrodo específico (Orion) com medidor digital (Lazaar). Os ionômeros avaliados, quando utilizados como agentes de fixação, liberam significativas quantidades de flúor nas primeiras 24 horas, seguidas por uma diminuição da liberação, porém com uma taxa constante. A quantidade total de flúor liberada em 170 horas foi estatisticamente diferente nos cimentos Everbond (18,9 ppm) e Fuji I (17,6 ppm) em relação aos cimentos Biocem (7,3 ppm) e Ketac Cem (6,8 ppm). Os cimentos com menor relação pó/líquido liberaram maiores quantidades de fluoreto. A significativa liberação de flúor pode ser efetiva na redução da cárie.

KARIPIDIS & PEARSON, em 1988, avaliaram a influência de 3 diferentes relações pó/líquido de um cimento de fosfato de zinco e duas forças de assentamento, na resistência retentiva de coroas totais fixadas a preparos em aço e em dentina bovina. Inicialmente foi confeccionado um preparo para coroa total em aço inoxidável com as seguintes dimensões: 7,6 mm de diâmetro oclusal; 8,0 mm de diâmetro cervical; 10,5 mm de altura e 6° de expulsividade. Após a confecção de preparos com as mesmas dimensões em dentina bovina, foram confeccionadas coroas totais ventiladas para todos os preparos. As relações pó/líquido utilizadas na fixação, foram a máxima (1,65/0,5) e a mínima (1,0/0,5) recomendadas pelo fabricante, além de uma julgada como clinicamente aceitável (1,20/0,5). O cimento recém-espatulado foi aplicado aos preparos e as coroas foram assentadas com cargas de 3,3 ou 6,6 N/mm^2 durante 1 minuto, sendo removidas verticalmente em uma máquina de testes Hounsfield com velocidade de 425 mm/min. Dez testes de remoção foram feitos para cada consistência

de cimento e com cada carga de assentamento. O efeito da variação na relação pó/líquido não foi significativo e uma maior carga de assentamento proporcionou maior resistência ao deslocamento.

TREVIZAN *et al.*, em 1991, avaliaram a influência do condicionamento da dentina com solução de fluoreto de sódio a 2 % e suspensão de hidróxido de cálcio a 10 %, na resistência à remoção, por tração, de coroas totais fundidas fixadas com os cimentos de fosfato de zinco SS White e de policarboxilato de zinco Ceramco. Foram confeccionados preparos para coroas totais, com ponta diamantada nº 306 (alta rotação), em 54 molares e prémolares extraídos. Os preparos padronizados com angulação de 3 a 5° foram submetidos a acabamento com ponta diamantada de grana fina (3069 F) e os padrões de cera para fundição foram confeccionados pelo método indireto, sobre troquéis de gesso tipo IV, obtidos a partir de moldes feitos com a silicona Xantopren. Os padrões foram incluídos em revestimento e as fundições foram feitas com as ligas Splitalloy, 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 (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 a 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 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 da umidade. O cimento de policarboxilato de zinco tem 33 % de preferência e suas principais vantagens são a reduzida 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 em uso e suas vantagens são resistência moderada e 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 é 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 a dessensibilização da dentina e a pequena suscetibilidade à umidade. A principal desvantagem é a baixa resistência, que torna os mesmos utilizáveis na fixação provisória e em próteses 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 ± 2 °C e 55 ± 2 °C, com tempo de 20 segundos em cada banho.

TJAN & LI, em 1992, avaliaram a resistência retentiva e o assentamento de coroas totais fundidas fixadas com os cimentos resinosos Panavia EX e Comspan e de fosfato de zinco Fleck's a preparos em dentes naturais. Trinta pré-molares extraídos, com as raízes embutidas em anéis fenólicos, foram preparados para coroas totais, com ponta diamantada, sob refrigeração. A opção pelos pré-molares foi feita após um estudo preliminar, que demonstrou que a fixação com cimento resinoso Panavia EX provocou a fratura dos dentes durante a tração das coroas em molares preparados. Os preparos foram padronizados com altura de 5 mm, 6° de expulsividade e término em chanfro, e foram moldados com a silicona Express, sendo os padrões de cera confeccionados sobre os modelos de gesso obtidos e previamente cobertos com 4 camadas do espaçador Tru Fit. Uma alça oclusal foi confeccionada para o encaixe na máquina de testes e medição do assentamento. As coroas foram fundidas em liga de ouro tipo III e foram submetidas a decapagem antes da divisão da amostra em 3 grupos de 10. No Grupo 1 foi utilizado o cimento de fosfato de zinco Fleck's e nos grupos 2 e 3 os cimentos resinosos Comspan e Panavia EX, com respectivos adesivos. Antes da fixação as coroas foram submetidas a jato de óxido de alumínio e limpeza em ultra-som com água. Além da profilaxia do preparo com pasta de pedra pomes, coroas provisórias foram também fixadas e removidas para a simulação das condições clínicas. Após o assentamento das coroas com carga de 5 kg, aplicada durante 10 minutos, foram feitas medições da altura com aparelho Digimatic com precisão de 1 µm. A mesma carga foi aplicada na fixação das coroas, com novas medições da altura

sendo realizadas antes dos testes de remoção, por tração, em máquina Instron, após armazenagem durante 21 dias em água a 37° C. O assentamento melhorou com os dois cimentos resinosos sem diferença estatística entre os mesmos. Já com o cimento fosfato de zinco houve aumento da altura, que foi estatisticamente diferente dos cimentos resinosos. A carga para remoção do cimento resinoso Panavia EX (83,7 kgf) foi superior e estatisticamente diferente dos cimentos resinoso Comspan (53,0 kgf) e de fosfato de zinco Fleck's (48,0 kgf), que foram similares entre si.

WANG *et al.*, em 1992, avaliaram a influência de diversas variáveis no assentamento de coroas totais fundidas. Foram avaliados o tipo de cimento, a utilização ou não de espaçador para troquéis, a carga aplicada no assentamento, o tipo de término do preparo e dispositivos utilizados na fixação. Foram utilizados 2 modelos de aço inoxidável com preparos para coroa total, um com término em ombro de 1 mm e o outro em ombro biselado em 65°. Foram confeccionados 10 modelos de gesso de cada tipo de preparo, a partir de moldes obtidos com o polieter Impregum. Em 5 modelos de cada tipo foram aplicadas 4 camadas do espaçador para troquéis Tru-Fit, com espessura estimada em 24 µm. As coroas foram fundidas com a liga não preciosa Rexillum, a partir de padrões de cera confeccionados indiretamente. Antes da fixação, as coroas foram submetidas a 2,25 kgf ou 13,5 kgf de carga, com subsequente medição da discrepância em um micrômetro linear digital Starrett (0,001 mm). A fixação foi realizada com os cimentos de fosfato de zinco Fleck's ou de ionômero de vidro Ketac Cem, ambos aplicados às paredes axiais e margens das coroas. As cargas de 2,25 kgf ou 13,5 kgf foram novamente aplicadas durante as fixações, por meio dos dispositivos E Z Bite ou graveto de laranjeira, com novas leituras da discrepância sendo em seguida realizadas. A utilização do espaçador e a elevação da carga de 2,25

kgf para 13,5 kgf, durante a fixação, melhoraram o assentamento. O cimento de ionômero de vidro proporcionou melhor assentamento do que o cimento de fosfato de zinco. O preparo com ombro biselado, o uso de espaçador e uma carga aplicada de 13,5 kgf, proporcionaram melhor assentamento, após a fixação com cimento de ionômero de vidro, do que o preparo com ombro simples nas mesmas condições. Os dispositivos utilizados para o assentamento proporcionaram resultados similares.

GORODOVSKY & ZIDAN, em 1992, avaliaram a resistência retentiva de coroas totais fundidas, fixadas com 5 agentes cimentantes, a preparos em molares extraídos. Os materiais testados foram os cimentos de fosfato de zinco Fleck's, de ionômero de vidro convencional Ketac Cem, resinoso Comspan com e sem agente de união Prisma Bond e resinoso Superbond com adesivo C & B. Foi também avaliada 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 testes 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 limitada 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 Prisma Bond e na maioria dos dentes com coroas fixadas com o agente Superbond C & B.

NAKABAYASHI, em 1992, descreveu a camada híbrida, através de análise em microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, como sendo uma zona de transição formada por dentina reforçada com resina. A camada híbrida foi obtida pela difusão, impregnação e polimerização de monômeros sub-superficialmente ao substrato dentinário pré-tratado (desmineralizado), sendo insolúvel no meio bucal e ácido resistente. Metacrilatos com grupos hidrófobos e hidrófilos formadores da camada híbrida, tais como o 4-metacril-oxietil trimelitato anidrido (4-META) em metilmetacrilato e tri-n-butil borano (TBB – iniciador), tiveram a penetração à dentina melhorada de 1 para 5 µm quando a mesma foi tratada com ácido cítrico a 10 % e cloreto férrico a 3 %. Tal penetração promoveu um entrelaçamento dos monômeros com as fibras colágenas mantidas intactas, o que aumentou a resistência de união de 6

MPa, sem cloreto férrico, para 15 a 18 MPa com a utilização do mesmo. A substituição do cloreto férrico pelo 2-hidroxietil metacrilato (HEMA) proporcionou resistência de união de 13 MPa.

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 HA Bioment; de poliacarboxilato 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 nº 8, 61 e 66 para fosfato de zinco, poliacarboxilato 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 por 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 demonstraram que os cimentos resinosos Panavia EX (178,5 MPa) e Thin Film (117,5 MPa), de ionômero de vidro Ketac Cem (162,1 MPa) e Shofu (122 MPa) e de ionômero de vidro modificado por resina Infinity (140,7 MPa), apresentaram resistências à compressão estatisticamente superiores aos cimentos de fosfato de zinco Modern Tenacim (77,5 MPa) e Fleck's (62,1 MPa), de poliacarboxilato de zinco Durelon (67,4 MPa) e Shofu (55 MPa) e de hidroxiapatita HA (41,5 MPa). Na resistência à tração diametral, apesar dos menores valores, foi observada uma

situação similar, com exceção do cimento de policarboxilato de zinco Durelon, que apresentou maior resistência à tração diametral do que o ionômero de vidro Ketac Cem encapsulado.

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 confeccionados 20 preparos metálicos para coroa total, a partir de uma técnica de reprodução 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 kgf 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 margem em ombro (média 90 μm).

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

Raman e microscopia eletrônica de varredura. Os sistemas adesivos avaliados foram o Super-Bond D Liner (Sun Medical) e o Scotchbond Multi-Purpose (3M), este aplicado, também, após o condicionamento com ácido fosfórico a 40 %. Os adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes a pares de discos de dentina preparados a partir de terceiros molares humanos, sendo utilizada uma metade de cada par para espectroscopia e a outra para microscopia eletrônica de varredura. Foi demonstrado que a resina penetrou efetivamente a zona de dentina descalcificada numa profundidade de 4 a 6 μm , sendo observada na interface uma transição gradual da resina para dentina (zona de interdifusão ou camada híbrida) com uma mistura de ambas substâncias. As fotomicrografias revelaram uma microestrutura típica das respectivas zonas de interdifusão resina-dentina. A largura da zona de interdifusão variou de 3 μm para o Scotchbond Multi-purpose original, até 5 a 6 μm 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 2 cimentos, com a maioria das restaurações sendo relatadas como não sensíveis ou de média sensibilidade. Quatro pacientes relataram sensibilidade extrema para as peças fixadas com cimento de ionômero de vidro, enquanto 3 pacientes para aquelas fixadas com cimento de fosfato de zinco. Não houve a necessidade de remoção de qualquer peça protética em virtude da sensibilidade.

MCLEAN *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 de vidro 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 de fosfato de zinco. Os testes de união à dentina foram feitos com e sem condicionamento, através de ensaios de cisalhamento e de 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 matrix 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/min. 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.

MARTINS, em 1995, avaliou a influência dos cimentos provisórios com e sem eugenol, na resistência retentiva de coroas totais fundidas fixadas com os cimentos de fosfato de zinco, de ionômero de vidro e resinoso de dupla polimerização a preparos em dentes extraídos. Quarenta e cinco molares humanos, com as raízes embutidas em resina acrílica, foram preparados para coroas totais com instrumento de vídia acoplado a um torno mecânico. Os preparos foram padronizados com altura de 4

mm e 8° de expulsividade. Os padrões de fundição foram feitos pela técnica direta, com uma perfuração para o encaixe na máquina de testes, sendo as coroas fundidas em liga de níquel-cromo Durabond Universal. Os 45 corpos-de-prova foram divididos em 3 grupos de 15 e sub-divididos em 3 sub-grupos de 5. O Grupo 1 não recebeu fixação provisória, enquanto o 2 e o 3 receberam fixação provisória com cimentos de óxido de zinco com e sem eugenol respectivamente. Após 24 horas foi feita a remoção das coroas provisórias e os sub-grupos A, B e C receberam a fixação definitiva das coroas com os cimentos de fosfato de zinco, de ionômero de vidro e resinoso de dupla polimerização. Foi utilizada uma carga de 15 kg sobre as coroas durante a fixação e após 24 horas de armazenagem em soro fisiológico a 37° C, os corpos-de-prova foram submetidos a 150 ciclos térmicos em banhos de água a 5 e 60° C. Os testes de remoção, por tração, foram realizados em máquina Wolpert com velocidade de 6 mm/min, com a carga registrada em kg sendo relacionada a área do preparo. Os cimentos temporários não influenciaram na resistência retentiva dos cimentos definitivos. A resistência retentiva do cimento de ionômero de vidro (20,379 kg/cm²) foi estatisticamente superior as dos cimentos de fosfato de zinco (12,445 kg/cm²) e resinoso (8,082 kg/cm²), que foram similares entre si.

MEZZOMO, em 1995, afirmou que o paralelismo das paredes axiais em um preparo para coroa total é difícil de ser alcançado e clinicamente indesejável, pois quanto menor a convergência, menor será o escoamento e maior a espessura de película do cimento. O grau de convergência deve ser baseado nas necessidades de retenção harmonizadas com uma adaptação cervical aceitável e pode variar em diferentes situações clínicas. Coroas clínicas curtas requerem um paralelismo maior, enquanto coroas clínicas longas permitem maior convergência com maior adaptação

cervical. É admitido como “cl clinicamente aceitável” para as coroas clínicas curtas uma expulsividade de até 6° e para as longas de até 20°.

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 material adesivo (imbricação mecânica). O material escoia, 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 pulpar, a sensibilidade pós-operatória, a reincidência de cáries e a retenção de diferentes tipos de próteses unitárias, fixadas com os cimentos de ionômero de vidro Ketac Cem e de fosfato de zinco Phosphacap, ambos em cápsulas. Foram utilizados 60 pacientes com idade entre 20 e 60 anos e que necessitavam de pelo menos duas próteses unitárias, uma para cada cimento. Antes das fixações, os preparos foram submetidos a profilaxia com pasta de pedra pomes, seguida pela aplicação de uma suspensão de hidróxido de cálcio protetora, durante 1 minuto. As 120 peças protéticas foram submetidas ao jateamento interno com óxido de alumínio, antes das fixações. Três dentistas realizaram os procedimentos de acordo com as orientações dos fabricantes e os pacientes não sabiam qual cimento estava sendo utilizado em cada dente. As avaliações foram realizadas após 1 e 6 meses, com a sensibilidade e a vitalidade sendo verificadas através de teste com spray frio. Não foram observadas diferenças significativas entre os dois cimentos em relação a sensibilidade, perda de vitalidade e de retenção. A

reincidência de cárie ocorreu em apenas um dente com cimento de fosfato de zinco. A sensibilidade ocorreu em 9 pacientes e envolveu 7 dentes com cimento de ionômero de vidro e 6 com cimento de fosfato de zinco, todos com coroas totais.

VALLITTU & FORSS, em 1997, avaliaram a influência de 3 tratamentos superficiais em uma liga para metalocerâmica, na 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 por 7 por 1,5 mm, sendo as superfícies metálicas, divididas em 3 grupos de 10 e 6 sub-grupos 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 do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (64,1 N) foi estatisticamente superior a do cimento de ionômero de vidro convencional (18,4 N). Já com a pedra de carbeto de silício, a resistência de união do cimento de ionômero de vidro convencional (44,2 N) foi estatisticamente superior a do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (36,1 N) e, com o jato de óxido de alumínio, novamente a resistência de união do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (150,9 N) foi estatisticamente superior a do cimento de ionômero de vidro convencional (89,5 N). As falhas foram todas adesivas nos tratamentos com ponta diamantada e pedra de carbeto de silício, ocorrendo uma predominância de

falhas coesivas com o jato de óxido de alumínio. A força requerida para fratura dos corpos-de-prova tratados com jato de óxido de alumínio, foi superior aos demais tratamentos com os 2 cimentos de ionômero de vidro utilizados.

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

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

MILAN *et al.*, em 1997, avaliou o ajuste cervical de coroas totais fundidas adaptadas em troquéis torneados em aço inoxidável. As variáveis avaliadas foram: 1 - a liga metálica das coroas, confeccionadas em prata/paládio (PALLIAG-M) ou paládio/prata (PORS-ON 4); 2 - a fonte de calor para fundição, obtida por maçaricos de acetileno/oxigênio e gás/oxigênio ou resistência elétrica; e, 3 - o término cervical do preparo, em ombro reto, ombro biselado em 20° ou chanfro em 45°. Os troquéis de aço inoxidável foram confeccionados em torno mecânico e os padrões de cera para fundição foram feitos pela técnica direta. Após a inclusão dos padrões e presa do revestimento, os cilindros foram pré-aquecidos, lentamente, a 300° C e mantidos nesta temperatura por 60 minutos, quando foram aquecidos a 900° C, assim permanecendo por mais 60 minutos. As fundições foram feitas com uma das duas ligas e uma das 3 fontes de calor em máquina centrífuga. Após o resfriamento na bancada, as coroas foram removidas do revestimento e submetidas a jato de óxido de alumínio (80 a 100 µm), para remoção dos resíduos de revestimento. O assentamento nos troquéis foi feito com carga estática de 9 kg, sendo as leituras das interfaces troquel/coroa

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 à fonte acetileno/oxigênio, que proporcionou os maiores desjustes. O término cervical em ombro reto, também apresentou o melhor ajuste cervical, sendo estatisticamente diferente do ombro biselado em 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 F 21 autopolimerizável e o compômero Dyract Cem, aplicado sozinho ou com agente adesivo Prime e Bond 2.0, polimerizado ou não, na parte interna das coroas. Foram utilizados 50 molares e pré-molares extraídos, com as raízes embutidas em gesso reforçado com resina, sendo os preparos confeccionados com pontas diamantadas de 125 e 30 μm de granulação, acopladas a um dispositivo de preparo paralelo. A expulsividade e a altura dos preparos foram padronizadas em 5° e 3 mm, respectivamente. A carga registrada no deslocamento das coroas foi relacionada a área do preparo, sendo esta calculada através da adaptação de lâminas de estanho e determinação dos pesos das mesmas. Os padrões para fundição, com alça para o encaixe na máquina de testes, foram confeccionados pelo método indireto, sobre modelos de gesso obtidos a partir de moldes feitos com a silicona Reprosil. Após a inclusão em revestimento, as coroas foram fundidas em liga de ouro Degunorm, com a limpeza sendo feita por jato de areia de 150 μm . As coroas, divididas em 5 grupos de 10, foram fixadas com uma carga de 30 kgf, sendo feita armazenagem em água a 37°

C, durante uma semana, antes dos testes de remoção em máquina com velocidade de 1 mm/min. As resistências retentivas (N/mm^2) do cimento de ionômero de vidro Ketac Cem (2,36) e do compômero Dyract Cem (1,85) foram estatisticamente similares e superiores a do cimento resinoso F 21 (0,60). O agente adesivo Prime e Bond 2.0 não melhorou o desempenho do compômero Dyract Cem. A falha predominante foi do tipo adesiva na interface cimento/dentina.

TUNTIPRAWON, em 1999, avaliou a resistência retentiva e o assentamento de coroas totais fundidas, fixadas com 3 cimentos dentários em dentes preparados com pontas diamantadas de duas diferentes granulações. Sessenta pré-molares extraídos, com as raízes embutidas em resina acrílica, foram preparados para coroas totais, com pontas diamantadas acopladas a uma máquina de fresagem. Após a divisão em 2 grupos de 30, as preparações foram submetidas ao acabamento com ponta diamantada de granulação de 120 ou 50 μm . 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 sílica 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 foram fundidas em liga de prata-paládio, com uma alça oclusal para adaptação à máquina de testes. Após o assentamento nos respectivos preparos, os 2 grupos de 30 coroas foram divididos em 3 sub-grupos de 10, um para cada cimento. As alturas foram medidas com indicador Digimac (2 μm) 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 testes de remoção realizados após 24 horas de

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

4. MATERIAIS E MÉTODO

4. MATERIAIS E MÉTODO

Delineamento experimental

Na primeira etapa da fase experimental, foram confeccionados preparos para coroas totais em 28 molares humanos hígidos e recém-extraídos, que ficaram armazenados em solução salina refrigerada até o momento da utilização (ISO, 1991). Na etapa seguinte, os preparos para coroas totais foram duplicados, a fim de se obter os troquéis em liga de prata Pratalloy.

Obtenção dos corpos-de-prova

Em cada um dos 28 dentes, após limpeza com pasta de pedra pomes e água, foi confeccionado, com propósitos retentivos, um orifício transversal, com 3 mm de diâmetro, no terço médio de cada raiz, com ponta diamantada nº 3018 (KG Sorensen) em alta velocidade de rotação. Em seguida, os dentes foram embutidos pelas raízes em resina acrílica ativada quimicamente (Jet, Clássico), contida em tubos de PVC rígido (20 mm de diâmetro por 25 mm de altura), até uma distância de 2 mm da junção amelocementária, de modo que o longo eixo da coroa ficasse paralelo ao longo eixo do tubo (Figura 4.1).

Em cada cilindro foi confeccionado um orifício transversal, com 5 mm de diâmetro, distante 8 mm da base inferior, com uma furadeira de bancada. O furo ficou perpendicular ao longo eixo do conjunto e permitiu que o sistema de tração fixasse a parte inferior do corpo-de-prova à máquina de ensaios (Figura 4.1).

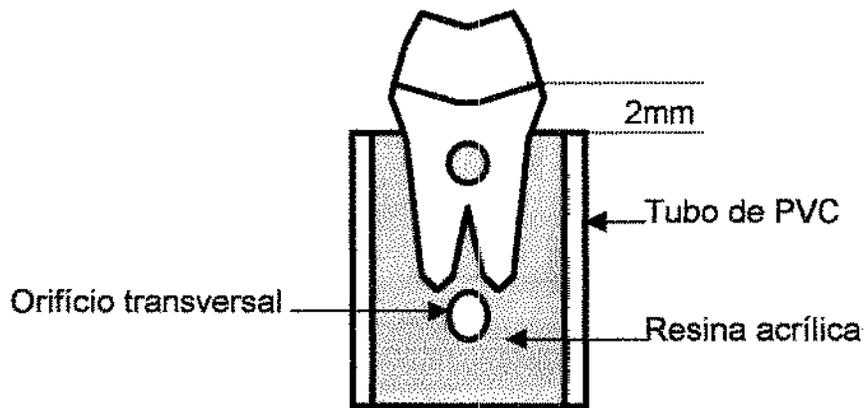


FIGURA 4.1 – Desenho esquemático do dente incluído em resina acrílica, com o orifício transversal utilizado na fixação do corpo-de-prova à máquina de ensaios.

Confeção dos preparos em dentina

Os preparos em forma de tronco de cone, padronizados para as coroas totais, foram confeccionados com ponta diamantada nº 4103 (Fava), sob refrigeração, adaptada a uma caneta de alta rotação RS (Dabi Atlante) acoplada a um torno mecânico (Metalúrgica Riosulense), com regulagem de 0,05 mm. Para isso, cada conjunto de resina-dente foi posicionado individualmente no torno (Figura 4.2). Os preparos em dentina foram submetidos ao acabamento com pasta de pedra-pomes e taça de borracha, em baixa rotação, e ficaram com as seguintes dimensões: 5 mm de altura, 7,5 mm de diâmetro da base, 6 mm de diâmetro oclusal e 8° de expulsividade lateral (Figura 4.3). O grau de expulsividade foi o mesmo adotado por MARTINS (1995)

e correspondeu ao padrão considerado "cl clinicamente aceitável" por MEZZOMO (1995), que sugere variação de 6 a 20° de acordo com a altura do preparo. Adicionalmente, com o objetivo de estabelecer um ponto de referência no momento do assentamento das coroas, foi confeccionado um nicho no ombro de cada preparo, com ponta diamantada esférica nº1011 (KG Sorensen).

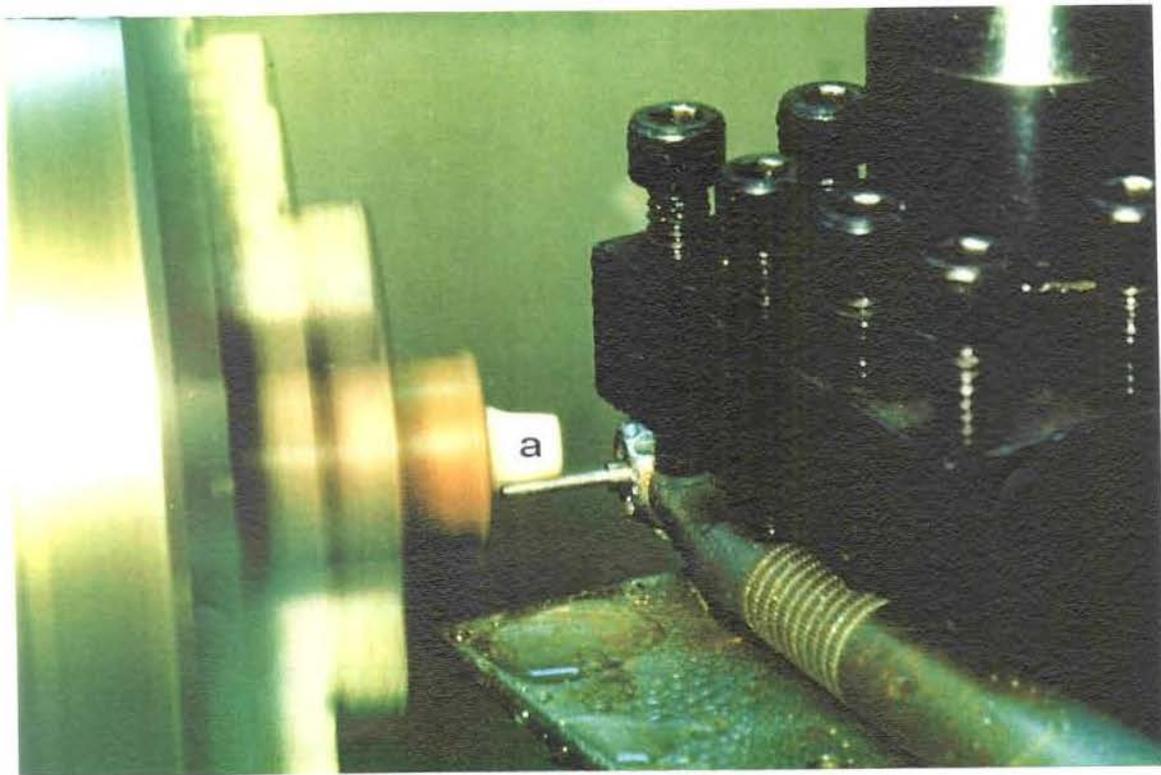


FIGURA 4.2 - Confeção do preparo para coroa total, com alta rotação, em torno mecânico, a) dente.



FIGURA 4.3 – Dente preparado para coroa total.

Confecção dos núcleos em liga de prata

Para a confecção dos núcleos, com liga de prata Pratalloy (Degussa), foram feitas réplicas dos preparos em dentina, de modo similar à técnica de reprodução descrita por HUNG *et al.* (1993). Assim, foi feita uma moldagem dupla, com silicona por adição Express (3M), dos 28 preparos em dentina, com auxílio de uma moldeira de resina acrílica, especialmente confeccionada para esse propósito, seqüencialmente com massa e pasta fluida, ambas manipuladas de acordo com as orientações do fabricante, em ambiente com temperatura e umidade controladas ($23 \pm 1^\circ \text{C}$ e $50 \pm 1\%$). Decorrido o tempo de polimerização, os moldes foram removidos e a cera para fundições, liquefeita, tipo regular (Pason), foi vertida no interior dos mesmos.

Pinos de cera formadores do canal de alimentação (Phoenix), com 25 mm de comprimento por 3,3 mm de diâmetro, foram adaptados nas bases dos padrões de cera, de modo que a câmara de compensação ficasse 1 mm aquém do padrão. Em seguida, os padrões de cera foram removidos dos moldes de silicona, e montados em grupos de 3 unidades nas bases formadoras de cadinho (Labordental). Concluída a aplicação do umectante líquido Waxit (Degussa), os anéis de silicone para fundição (Labordental) foram adaptados nas bases formadoras de cadinho, de modo que as extremidades superiores dos padrões ficassem distantes 6 mm dos topos dos anéis. Em seguida, o revestimento à base de fosfato de magnésio e amônia Deguvest (Degussa), espatulado de acordo com as instruções do fabricante, em espatulador mecânico a vácuo Multivac (Degussa), na relação de 100 gramas de pó para 23 mililitros de líquido, foi vertido no interior de cada anel, sob vibração. Os núcleos foram obtidos pelo método de fundição da cera perdida, em máquina centrífuga elétrica Motorcast Compact (Degussa), utilizando-se 8 gramas de liga de prata para cada núcleo, liquefeitas com fonte de calor gás-ar. Após o completo resfriamento à temperatura ambiente, as peças fundidas foram removidas do revestimento e as extremidades dos pinos seccionadas com discos de carboneto de silício, em baixa velocidade, preservando-se as partes correspondentes às câmaras de compensação.

Os núcleos metálicos foram também incluídos em resina acrílica ativada quimicamente, contida em tubos de PVC, com a porção correspondente à câmara de compensação servindo de retenção. Para que os longos eixos dos núcleos metálicos ficassem paralelos aos longos eixos dos tubos de PVC, foi especialmente confeccionada uma matriz de resina acrílica, com as dimensões internas ligeiramente maiores do que as dimensões dos preparos e do tubo de PVC (Figura 4.4). Os núcleos

foram individualmente posicionados na matriz, o tubo de PVC adaptado e a resina acrílica ativada quimicamente Jet (Clássico) vertida no interior de cada conjunto (Figura 4.5).

Em seguida, os núcleos metálicos incluídos (Figura 4.6) foram limpos com jato de óxido de alumínio, de granulação fina, em um aparelho Tri-jato (Odonto Larcon) e em ultra-som com água, durante 5 minutos.

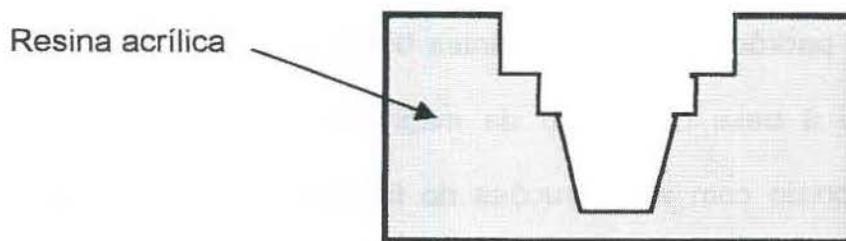


FIGURA 4.4 – Desenho esquemático da matriz acrílica utilizada para a inclusão dos núcleos metálicos.

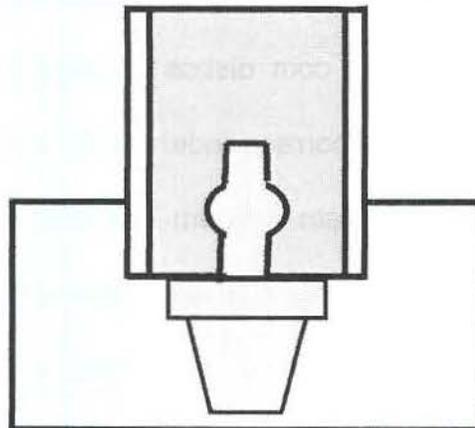


FIGURA 4.5 – Desenho esquemático do núcleo metálico e tubo de PVC posicionados na matriz acrílica.

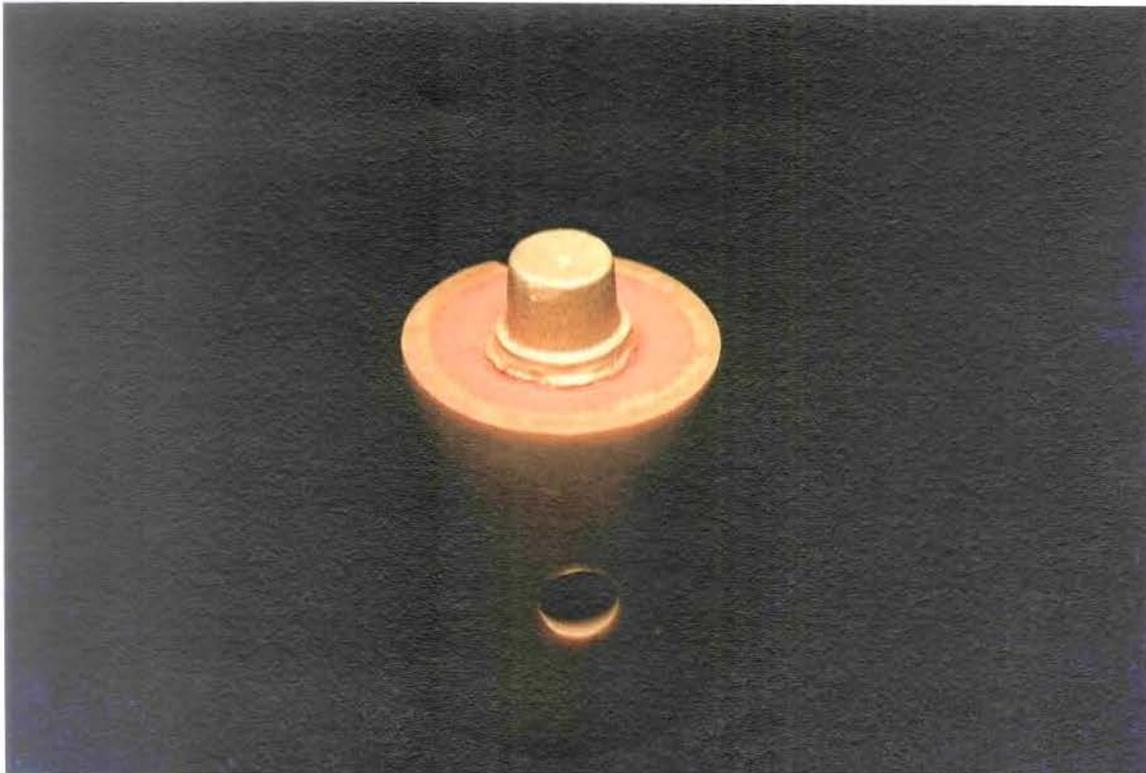


FIGURA 4.6 – Núcleo metálico confeccionado para coroa total.

Confeção dos troquéis de gesso

Foram feitas moldagens de cada um dos 56 preparos ou núcleos (28 em dentina e 28 em metal), com silicona por adição Express (3M), de modo similar à técnica utilizada nas moldagens dos preparos em dentina. Após a polimerização, os moldes foram removidos dos preparos ou núcleos, e sobre os mesmos foram confeccionados troquéis de gesso tipo IV Vel Mix (Kerr). O gesso foi manipulado a vácuo, de acordo com as orientações do fabricante, em espatulador mecânico à vácuo Multivac (Degussa), na relação de 100 gramas de pó para 20 mililitros de água e

vertido no interior dos moldes, sob vibração. A separação do troquéis dos moldes foi feita após 60 minutos.

Técnica de fundição

A fundição das coroas totais foi feita pela técnica da cera perdida, seguindo-se as recomendações do fabricante da liga de paládio-prata Pors-on 4 (Degussa).

Confecção dos padrões de cera para as coroas totais

Sobre cada troquel de gesso, foi confeccionado um padrão com cera para fundições regular (Pason). Inicialmente, foi aplicada uma camada do espaçador para troquéis Space Laquer (Degussa) em cada preparo, com exceção da área correspondente ao ombro, com uma camada de vaselina líquida também aplicada para facilitar a remoção dos padrões. Para uniformizar a espessura dos padrões de cera, foi adaptado ao redor de cada preparo do troquel, uma matriz metálica cilíndrica bipartida, com 9 mm de altura por 9,5 mm de diâmetro interno, lubrificada com vaselina líquida. A cera liquefeita foi vertida em porções, no interior da matriz, até cobrir completamente o preparo em gesso. Após a solidificação, a matriz metálica foi removida e o padrão de cera avaliado quanto à qualidade da adaptação cervical, quando eventuais falhas de superfície foram corrigidas. Após o término do enceramento, foi construída uma alça de suporte, em cera, para adaptação do fio metálico, que fixava o corpo-de-prova ao mordente superior da máquina de testes.

Fundição dos padrões de cera

Na borda lateral superior de cada padrão, foi adaptado um pino de cera formador do canal de alimentação (Phoenix), com 2,5 mm de comprimento por 3,2 mm de diâmetro, com a câmara de compensação a 1 mm do padrão. Removidos dos respectivos troquéis, os padrões foram adaptados em grupos de 3 nas bases de silicone formadoras de cadinho (Labordental).

Após a aplicação do umectante líquido Waxit (Degussa), os conjuntos padrão-pino-base foram adaptados nos anéis de silicone para fundição (Labordental), de modo que suas extremidades ficassem distantes 6 mm dos topos dos anéis.

O revestimento à base de fosfato de magnésio e amônia Deguvest (Degussa), espatulado de acordo com as orientações do fabricante, na relação de 100 gramas de pó para 23 mililitros de líquido, em espatulador mecânico a vácuo Multivac (Degussa), foi vertido no interior dos anéis, sob vibração. Decorridos 120 minutos, as bases formadoras do cadinho e os anéis de silicone foram removidos. Os cilindros de revestimento foram colocados no forno de fundição à temperatura ambiente, com pré-aquecimento lento sendo realizado até atingir 300° C (eliminação da cera). Após a manutenção nessa temperatura por 60 minutos, foram aquecidos a 900° C (expansão térmica do revestimento), e assim permaneceram por mais 60 minutos (MILLAN *et al.*, 1997).

Para cada coroa foram fundidas 8 gramas de liga de paládio-prata Pors-on 4 (Degussa), com chama de maçarico gás-oxigênio (White Martins), numa máquina de fundições centrífuga elétrica Motorcast (Degussa), acionada durante 15 segundos.

Após o resfriamento do revestimento à temperatura ambiente, as peças fundidas foram removidas e os pinos correspondentes aos canais de alimentação separados com discos de carboneto de silício. Em seguida, as peças foram limpas com jato de óxido de alumínio, de granulação fina, em aparelho Tri-Jato (Odonto Larcon) e em ultra-som com água, durante 5 minutos, sendo adaptadas inicialmente nos modelos de gesso, para conferência, e, em seguida, nos preparos em dentina ou sobre os preparos metálicos (Figura 4.7). Para o assentamento das coroas aos preparos, foi utilizada uma prensa pneumática, desenvolvida na Disciplina de Materiais Dentários da FOP – UNICAMP, com carga de 9 kgf (GRIEVE 1969) (Figura 4.8), aplicada axialmente sobre a superfície oclusal da peça, durante 10 minutos.



FIGURA 4.7 – Coroa metálica fundida adaptada no preparo.

Cimentação das coroas metálicas fundidas

As 28 coroas sobre núcleos metálicos e as 28 sobre preparos em dentina, foram divididas aleatoriamente em 4 grupos de 7 coroas, respectivamente de acordo com o Quadro I. Cada agente cimentante foi utilizado para fixar as coroas sobre os preparos em dentina ou sobre os núcleos metálicos.

QUADRO I – Divisão em grupos segundo interação agente cimentante – preparo.

GRUPO	AMOSTRA (n ^o)	AGENTE CIMENTANTE	PREPARO	MARCA COMERCIAL	FABRICANTE
1	7	Fosfato de zinco	Dentina	Cimento de Zinco	SS WHITE
2	7	C I V convencional	Dentina	Ketac Cem	ESPE
3	7	C I V modif. resina	Dentina	Vitremer	3 M
4	7	Resinoso com adesivo	Dentina	Cimento de Resina Scotchbond Plus	3 M
5	7	Fosfato de zinco	Núcleo metálico	Cimento de Zinco	SS WHITE
6	7	C I V convencional	Núcleo metálico	Ketac Cem	ESPE
7	7	C I V modif. resina	Núcleo metálico	Vitremer	3 M
8	7	Resinoso com adesivo	Núcleo metálico	Cimento de Resina Scotchbond Plus	3 M

A manipulação dos agentes cimentantes, bem como a fixação das coroas nos preparos, foi realizada em ambiente com temperatura e umidade controladas ($23 \pm 1^\circ\text{C}$ e $50 \pm 1\%$ de umidade relativa), de acordo com as orientações dos fabricantes (quadros III, V, VII e IX). Para a fixação das coroas, foi utilizada a mesma prensa pneumática, com carga estática de 9 kgf (GRIEVE 1969) (Figura 4.8), aplicada axialmente, durante 10 minutos. Em seguida, os corpos-de-prova foram armazenados em estufa regulada para 37°C e 100% de umidade relativa, por 24 horas, quando foram submetidos a 500 ciclos térmicos na máquina MCT 2 (AMM Instrumental), em água a $5^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ e $55^\circ \pm 2^\circ\text{C}$, por 1 minuto em cada banho (Figura 4.9). Durante os intervalos de ciclagem, os corpos-de-prova permaneceram armazenados em 100% de umidade relativa a 37°C .

Nos quadros II, IV, VI e VIII são apresentadas as composições de cada agente cimentante e nos quadros III, V, VII e IX são resumidamente descritas as instruções para a manipulação e aplicação de cada material.

QUADRO II – Composição de um cimento de fosfato de zinco.

Pó	Óxido de zinco. Óxido de magnésio.
Líquido	Ácido fosfórico. Água. Fosfato de alumínio. Fosfato de zinco.

* ANUSAVICE (1996).

QUADRO III – Instruções para manipulação e fixação com cimento de fosfato de zinco

Cimento de Zinco (SS White), de acordo com as orientações do fabricante.

1 – Acessórios	Placa de vidro. Espátula nº 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	Superfícies limpas e secas. Aplicação do cimento à parte interna da coroa.
5 – Assentamento	10 minutos com carga de 9 kgf.
6 – Remoção de excessos	Após 10 minutos (tempo de presa de 6 a 9 minutos).

QUADRO IV – Composição de um cimento de ionômero de vidro convencional.

Pó	Vidro de flúor alumínio silicato de cálcio.
Líquido	Água. Ácido tricarboxílico ou maléico. Ácido itacônico. Ácido tartárico.

*ANUSAVICE (1996).

QUADRO V – Instruções para manipulação e fixação com cimento de ionômero de

vidro convencional Ketac Cem (ESPE), de acordo com as orientações

do fabricante.

1 – Acessórios	Placa de vidro. Espátula nº 24. Medidor de pó (fabricante).
2 – Proporcionamento	1 medida de pó/2 gotas de líquido.
3 – Aglutinação	1 minuto.
4 – Aplicação	Superfície do preparo limpa, evitando a secagem excessiva. Aplicação do cimento à parte interna da coroa. Tempo de trabalho de 3 minutos e 30 segundos.
5 – Assentamento	10 minutos com carga de 9 kgf.
6 – Remoção de excessos	Após 10 minutos (tempo de presa aproximado de 7 minutos).

QUADRO VI – Composição do cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (3M).

Pó	Vidro de silicato de flúor-alumínio radiopaco. Persulfato de potássio (microencapsulado). Ácido ascórbico (microencapsulado). Opacificador.
Líquido	Água. Ácido policarboxílico com metacrilatos pendentos. Hidroxietilmetacrilato (HEMA). Ácido tartárico.

*Perfil técnico do produto.

QUADRO VII – Instruções para manipulação e fixação com cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (3M), de acordo com as orientações do fabricante.

1 – Acessórios	Placa de vidro. Espátula nº 24. Medidor de pó (fabricante).
2 – Proporcionamento	3 medidas de pó/3 gotas de líquido.
3 – Aglutinação	30 segundos.
4 – Aplicação	Superfície do preparo limpa, evitando a secagem excessiva. Aplicação do cimento à parte interna da coroa. Tempo de trabalho de 2 minutos e 30 Segundos.
5 – Assentamento	10 minutos com carga de 9 kgf.
6 – Remoção de excessos	Após 10 minutos (tempo de presa aproximado de 10 minutos).

QUADRO VIII – Composição do Cimento de Resina e adesivo Scotchbond Multi-Use Plus (3M).

Ácido condicionador	Gel de ácido fosfórico a 35 %.
Primer Silano	Solução pré-hidrolisada de silano.
Ativador	Álcool etílico. Sal de ácido sulfinico. Fotoiniciador.
Primer	Água. 2-Hidroxietilmetacrilato (HEMA). Copolímero do ácido polialcenóico.
Catalisador	Bisfenol-glicidil-metacrilato (Bis-GMA). 2-Hidroxietilmetacrilato (HEMA). Peróxido de benzoíla.
Pasta A	Bisfenol-A-diglicil éter dimetacrilato (Bis-GMA). Trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA). Carga de zircônia e sílica (77 %). Amina ativadora. Fotoiniciador.
Pasta B	Bisfenol-A-diglicil éter dimetacrilato (Bis-GMA). Trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA). Carga de zircônia e sílica (80 %). Pigmentos. Peróxido de benzoíla.

*Perfil técnico do produto.

QUADRO IX – Instruções para manipulação e fixação com Cimento de Resina e adesivo Scotchbond Multi-Usó Plus (3M), de acordo com as orientações do fabricante.

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

* Apenas nos preparos em dentina.

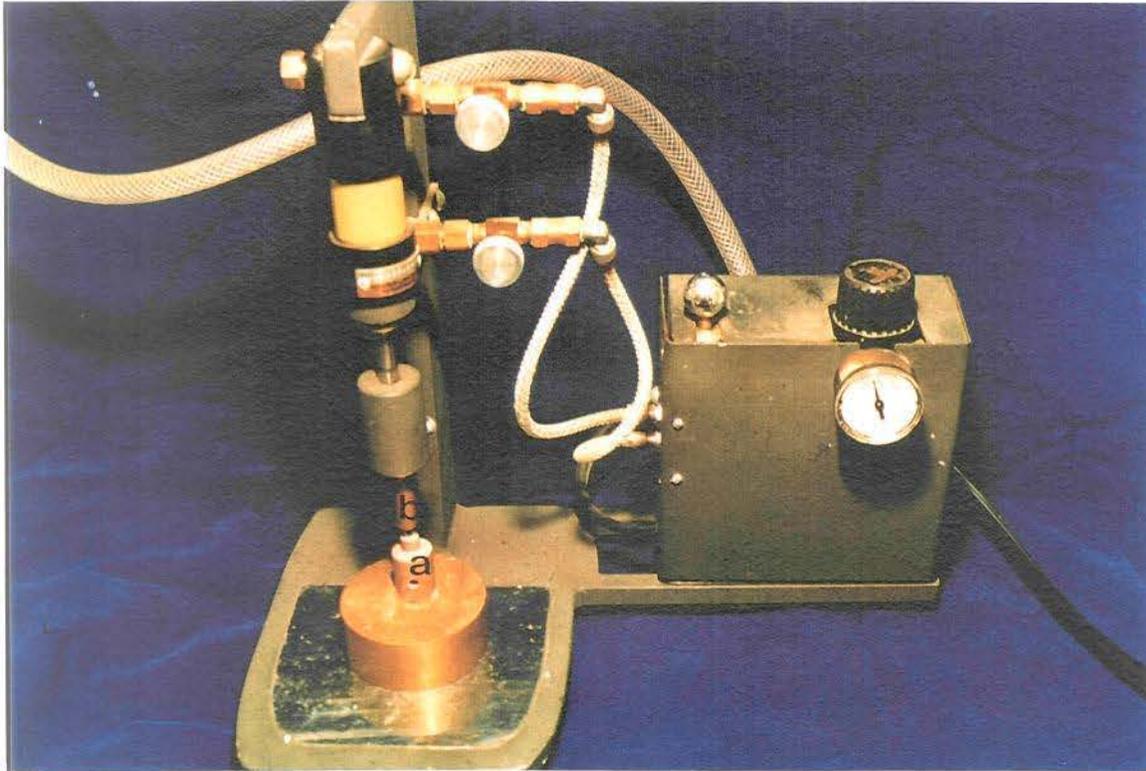


FIGURA 4.8 – Fixação da coroa ao preparo em prensa pneumática, a) Corpo-de-prova; b) pistão da prensa pneumática.

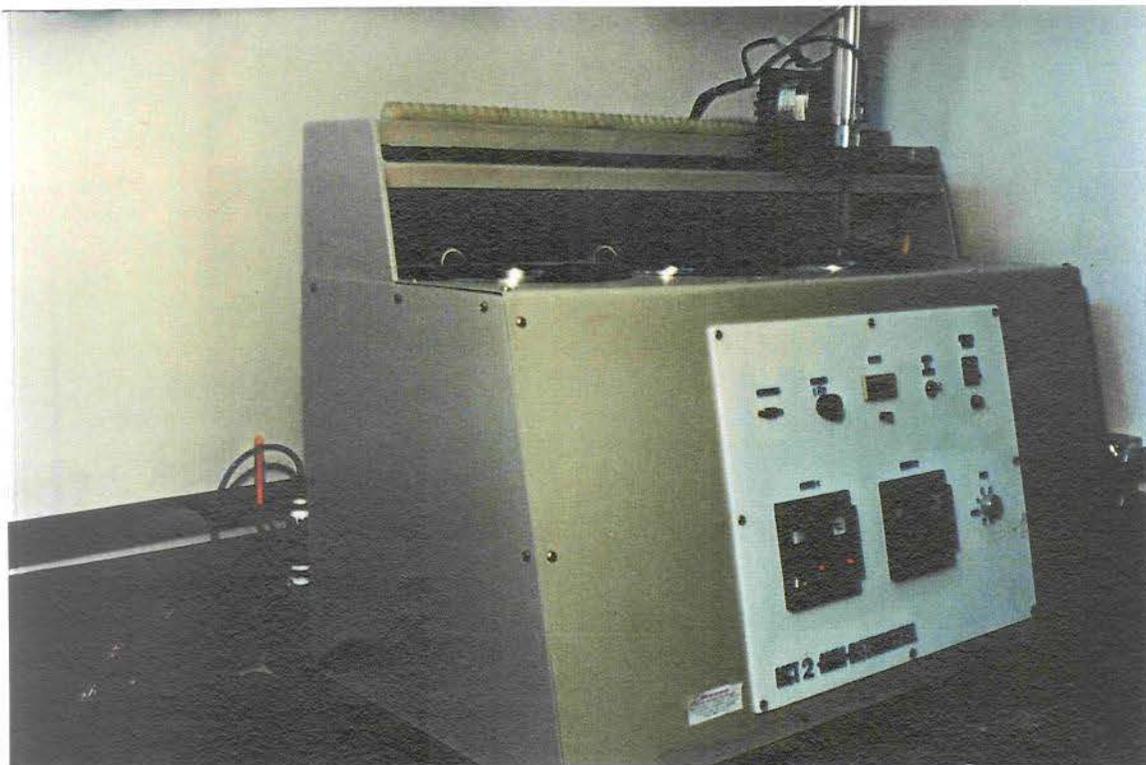


FIGURA 4.9 – Ciclagem térmica em água a $5^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e $55^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ em máquina MCT 2.

Ensaio de tração

Os ensaios de tração foram realizados numa máquina Instron modelo 4411, com velocidade de 1 mm/min, até o deslocamento das coroas (Figura 4.10), sendo os resultados registrados em quilograma-força (kgf) (TJAN & SARKISSIAN, 1986). As partes internas das coroas e as superfícies dos preparos foram avaliadas com lupa estereoscópica (Carl Zeiss), para verificação do tipo de falha.

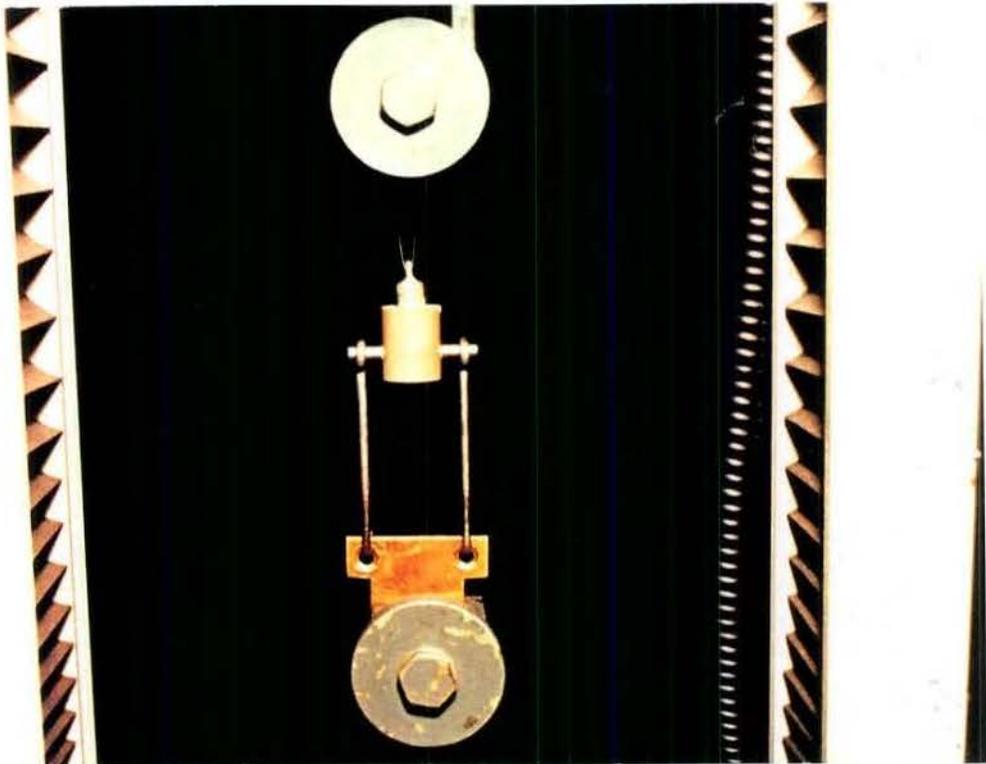


FIGURA 4.10 – Ensaio de remoção, por tração, em máquina Instron.

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

Os valores das cargas, em quilogramas-força (kgf), necessárias para remoção, por tração, das coroas totais fundidas, são apresentados nas Tabelas e Figuras a seguir, com análise estatística por ANOVA e teste de Tukey (5% de probabilidade). Na Tabela 5.1, são apresentados os valores de resistência obtidos com as coroas fixadas em dentina, com os 4 agentes cimentantes, e, na Figura 5.1 esses dados estão representados graficamente. Na Tabela 5.2, são apresentados os valores de resistência obtidos com as coroas fixadas em núcleos metálicos fundidos, com os 4 agentes cimentantes, e, na Figura 5.2 esses dados estão representados graficamente. Nas Tabelas 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6, são apresentados os valores de resistência à remoção em dentina e em núcleos metálicos de cada agente cimentante, e, nas Figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, esses dados são ilustrados graficamente. No Quadro X, são apresentados os tipos de falha com cada agente cimentante, nos 2 tipos de preparos, e, nas Figuras 5.7, 5.8 e 5.9, as falhas predominantes são ilustradas.

TABELA 5.1 - Médias das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas em dentina.

Grupo	Repetições	Agente cimentante	Média (kgf)		Desvio padrão
1	7	Fosfato de zinco	16,70	c	5,10
2	7	CIV convencional	39,26	b	8,26
3	7	CIV modif. por resina	34,91	b	14,09
4	7	Resinoso com adesivo	75,58	a	7,31

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

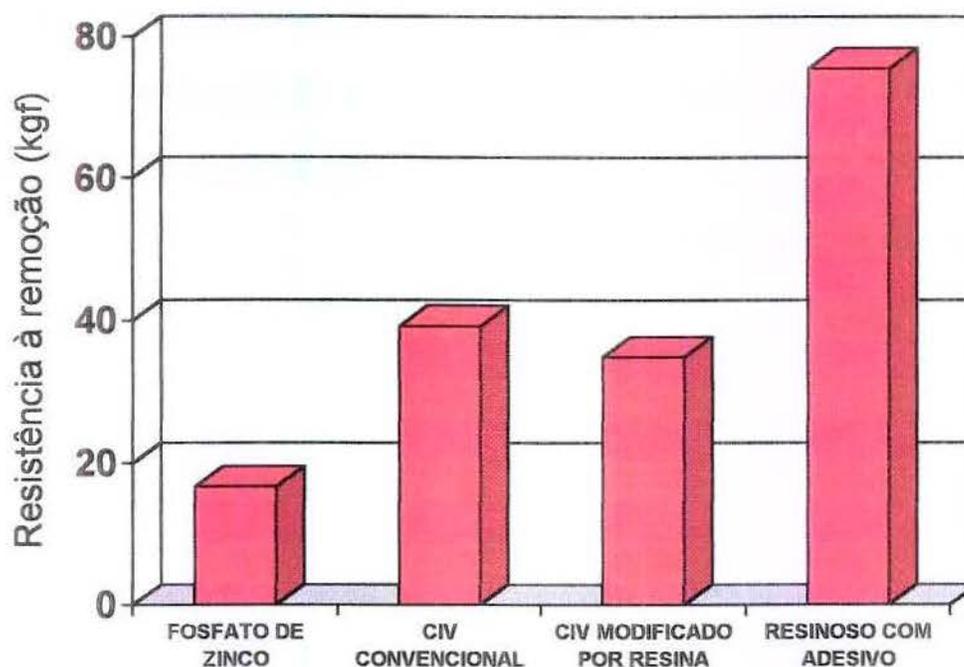


FIGURA 5.1 – Ilustração gráfica das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas em dentina.

TABELA 5.2 - Médias das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas em núcleos metálicos.

Grupo	Repetições	Agente cimentante	Média (kgf)		Desvio padrão
5	7	Fosfato de zinco	73,05	c	4,50
6	7	CIV convencional	125,94	a	14,01
7	7	CIV modif. por resina	120,92	ab	13,01
8	7	Resinoso com adesivo	106,53	b	14,79

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

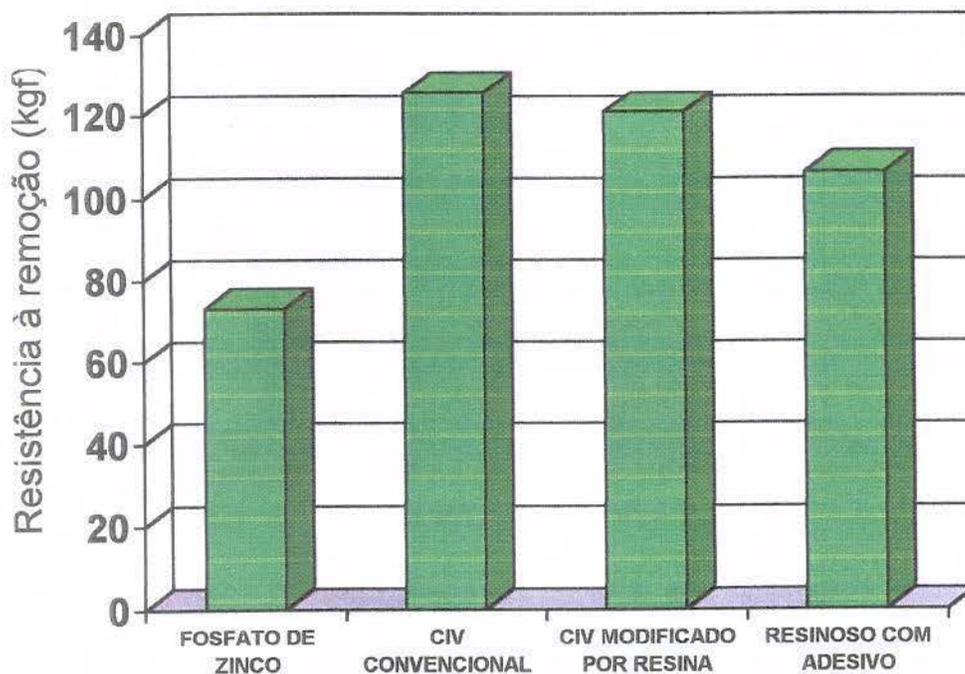


FIGURA 5.2 – Ilustração gráfica das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas em núcleos metálicos.

TABELA 5.3 - Médias das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas com cimento de fosfato de zinco (SS White) em dentina e núcleos metálicos.

Grupo	Repetições	Agente cimentante	Preparo	Média (kgf)		Desvio padrão
1	7	Fosfato de zinco	Dentina	16,70	b	5,10
5	7	Fosfato de zinco	Núcleo	73,05	a	4,50

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

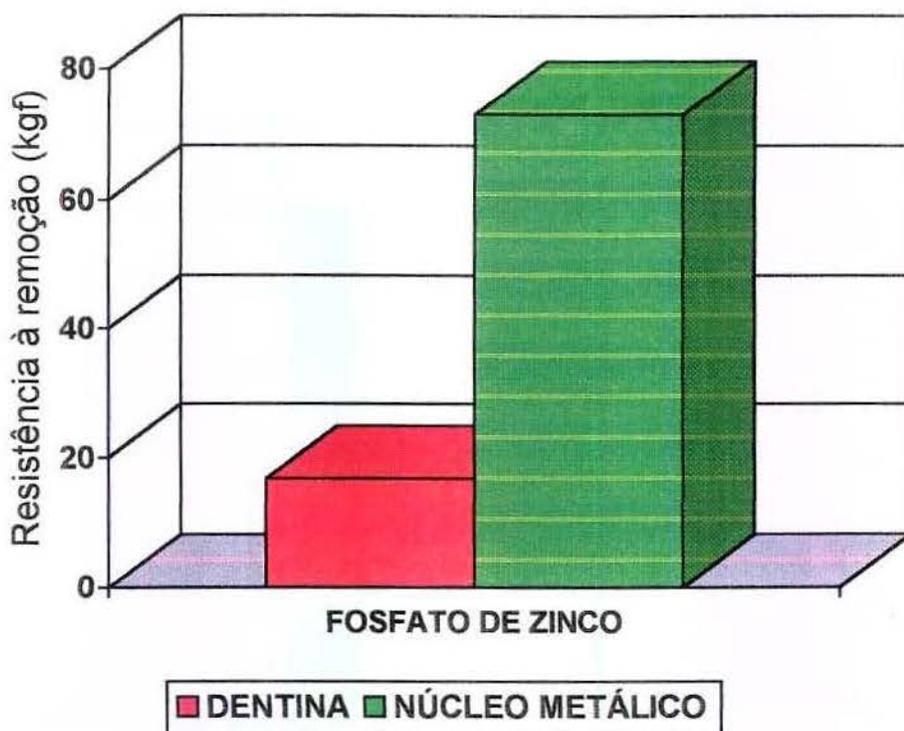


FIGURA 5.3 – Ilustração gráfica das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas com cimento de fosfato de zinco (SS White) em dentina e núcleos metálicos.

TABELA 5.4 - Médias das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas com cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE) em dentina e núcleos metálicos.

Grupo	Repetições	Agente cimentante	Preparo	Média (kgf)	Desvio padrão
2	7	CIV convencional	Dentina	39,26 b	8,26
6	7	CIV convencional	Núcleo	125,94 a	14,01

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

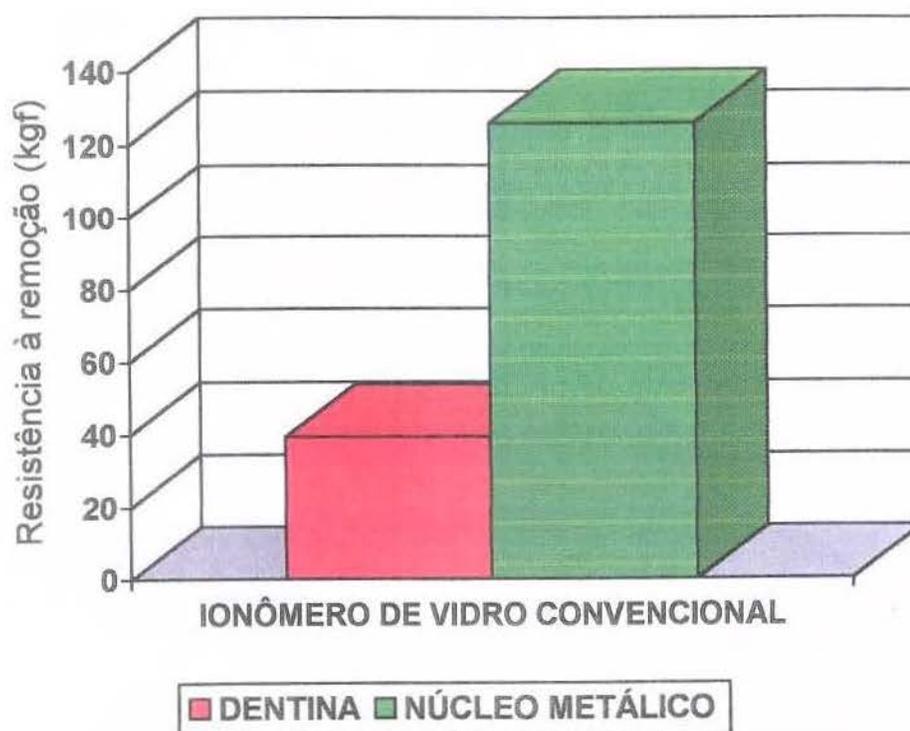


FIGURA 5.4 – Ilustração gráfica das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas com cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE) em dentina e núcleos metálicos.

TABELA 5.5 - Médias das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer - 3M) em dentina e núcleos metálicos.

Grupo	Repetições	Agente cimentante	Preparo	Média (kgf)	Desvio padrão
3	7	CIV mod. por resina	Dentina	34,91 b	14,09
7	7	CIV mod. por resina	Núcleo	120,92 a	13,01

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

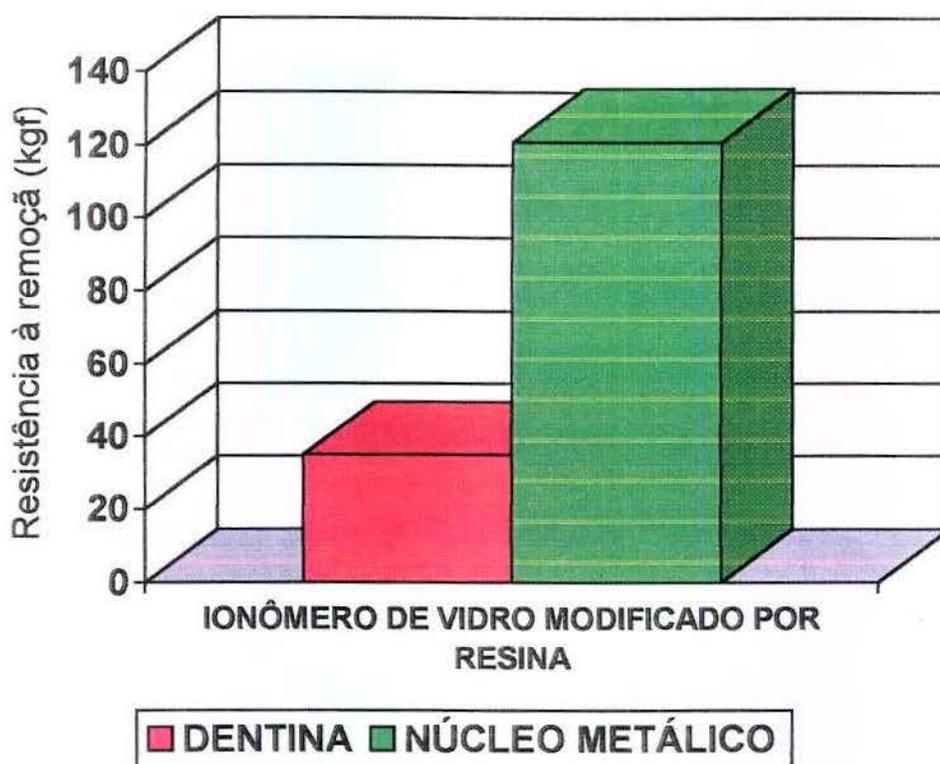


FIGURA 5.5 – Ilustração gráfica das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer - 3M) em dentina e núcleos metálicos.

TABELA 5.6 - Médias das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas com cimento resinoso com adesivo (Cimento de Resina e Scotchbond Multi-Usó Plus - 3M) em dentina e núcleos metálicos.

Grupo	Repetições	Agente cimentante	Preparo	Média (kgf)	Desvio padrão
4	7	Resinoso com adesivo	Dentina	75,58 b	7,31
8	7	Resinoso com adesivo	Núcleo	106,53 a	14,79

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

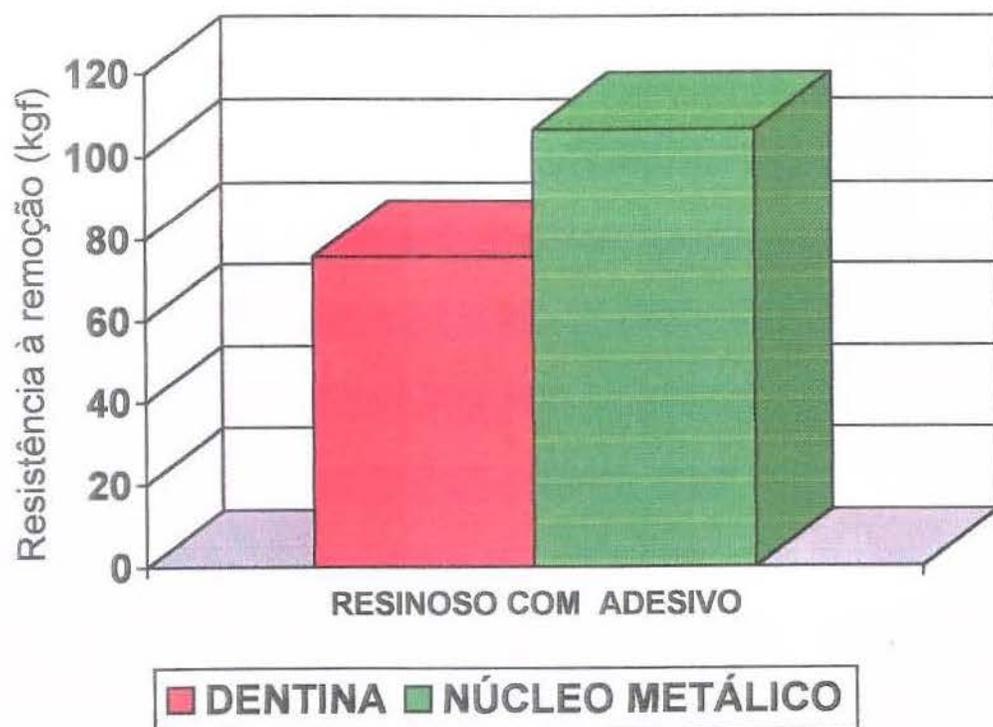


FIGURA 5.6 – Ilustração gráfica das cargas (kgf) necessárias para remoção, por tração, das coroas fixadas com cimento resinoso com adesivo (Cimento de Resina e Scotchbond Multi-Usó Plus - 3M) em dentina e núcleos metálicos.

QUADRO X – Tipos de falhas.

CIMENTO	TIPO DE FALHA	
	EM DENTINA	EM NÚCLEO METÁLICO
Fosfato de zinco	7 A	1 A – 6 M
CIV convencional	4 A – 3 M	7 M
CIV modificado por resina	7 A	3 A – 4 M
Resinoso com adesivo	5 C – 2 M	4 A – 3 M

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



FIGURA 5.7 – Corpo-de-prova apresentando falha coesiva em dentina.

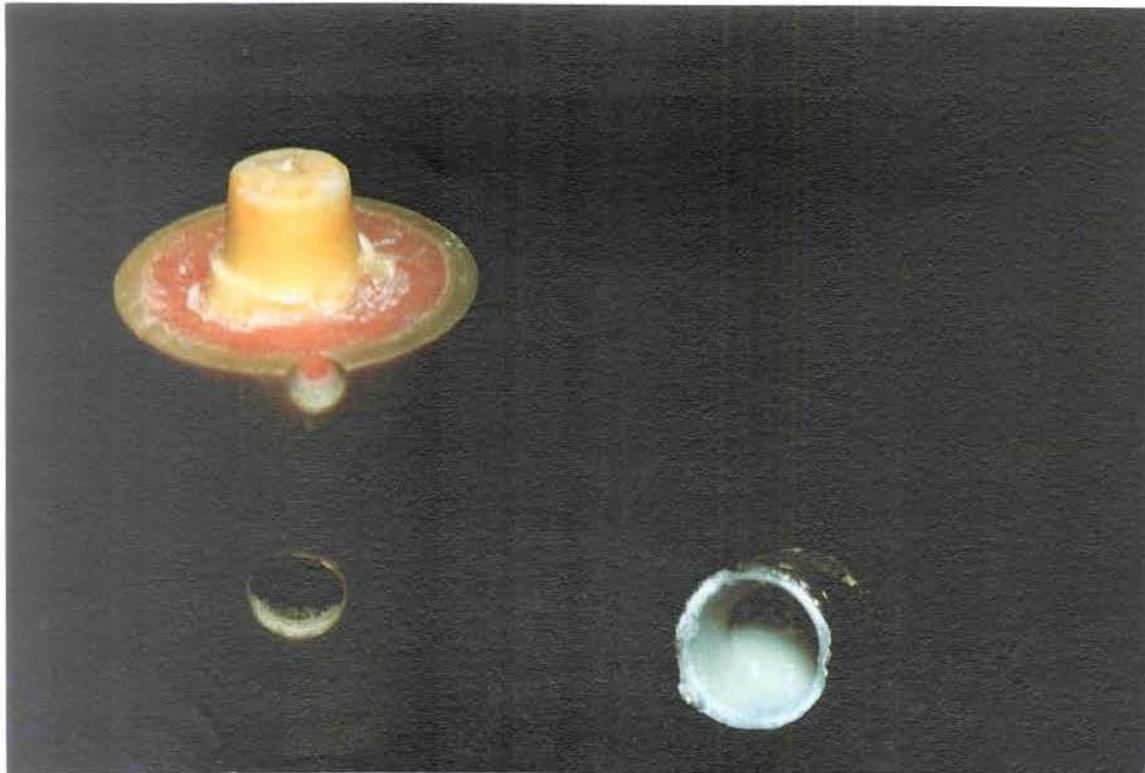


FIGURA 5.8 – Corpo-de-prova apresentando falha adesiva (cimento/preparo).

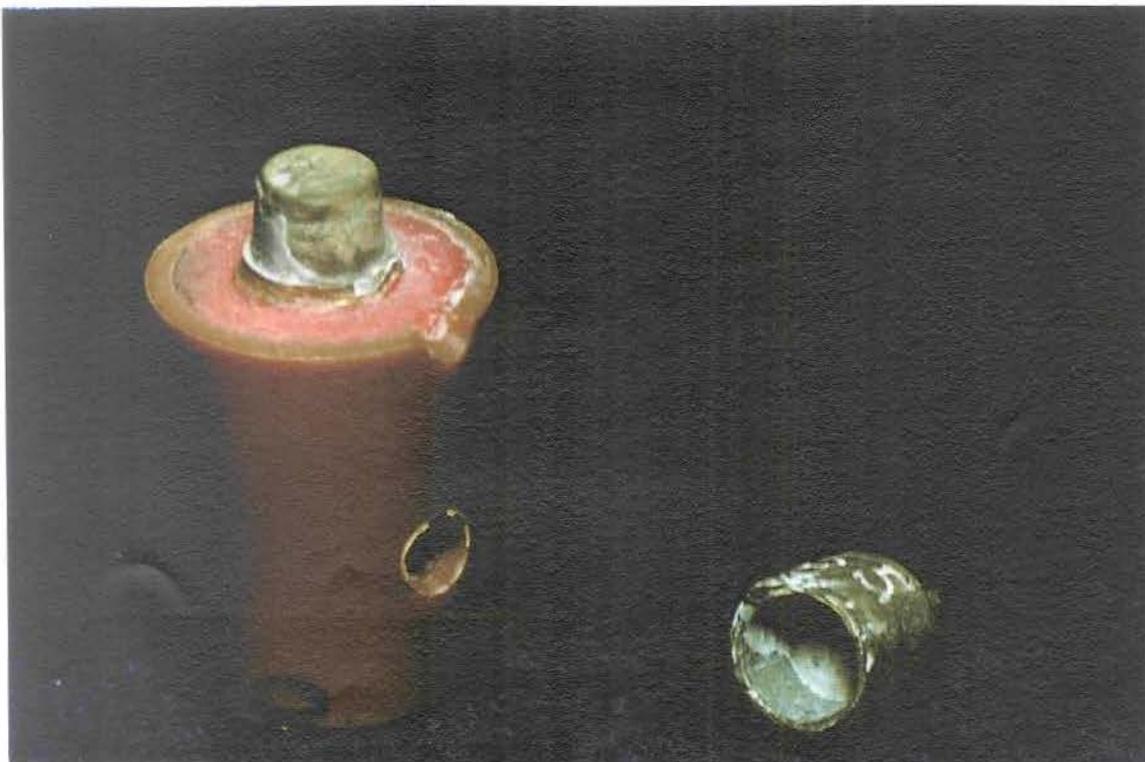


FIGURA 5.9 – Corpo-de-prova apresentando falha mista (adesiva e coesiva do cimento).

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os cimentos são considerados a interface mais fraca da estrutura formada pelo conjunto fundição-cimento-dente (BRUKL *et al.*, em 1985). Vários materiais foram e vem sendo utilizados para fixação de peças protéticas, entre eles o cimento de óxido de zinco e eugenol, que caiu em desuso pelo seu desempenho insatisfatório, constatado na literatura, nos estudos de PHILLIPS *et al.* (1968); GRIEVE (1969); NINA *et al.* (1975); HEMBREE & COOPER (1979); e, ABELSON (1980). O cimento de policarboxilato de zinco, desenvolvido por SMITH, em 1968, é pouco utilizado em virtude do surgimento de novos materiais mais promissores. Os agentes para fixação mais utilizados atualmente são o cimento de fosfato de zinco descrito por AMES, em 1892, o cimento de ionômero de vidro idealizado por WILSON & KENT, em 1972, e posteriormente modificado por resina, como descrito por MC LEAN *et al.* (1994) e, mais recentemente, os cimentos resinosos associados aos adesivos, estudados, dentre outros, por TJAN & LI (1992); GORODOVSKY & ZIDAN (1992); WHITE & YU (1993); AYAD *et al.* (1997); e, TUNTIPRAWON (1999).

Na maioria dos estudos sobre os novos cimentos, os resultados, algumas vezes contraditórios, e a carência de informações sobre o desempenho na fixação de coroas à núcleos metálicos, dificultam a seleção por parte do clínico, já que a maioria dos trabalhos analisou a efetividade sobre dentina. Assim, este estudo avaliou alguns materiais disponíveis para fixação de próteses a preparos em dentina e em núcleos metálicos fundidos, optando pela metodologia da remoção, por tração, de coroas totais metálicas fixadas em preparos tronco-cônicos, como aquela utilizada por GRIEVE (1969); NINA *et al.* (1975); INES (1975); OILO & JORGENSEN (1978); ABELSON (1980); WORLEY *et al.* (1982); BRUKL *et al.* (1985); CHAN *et al.* (1986); BUTTON *et*

al. (1988); OMAR (1988); TREVISAN *et al.* (1991); TJAN & LI (1992); GORODOVSKY & ZIDAN (1992); MARTINS (1995); AYAD *et al.* (1997); ERNST *et al.* (1998); e, TUNTIPRAWON (1999) dentre outros, por aproximar-se mais da realidade clínica, levando em consideração a geometria do preparo, o que não aconteceu no cisalhamento simples ou tração do material unido ao substrato, realizados por ADY & FAIRHURST (1973); CHAN *et al.* (1976); HOTZ *et al.* (1977); BUTTON *et al.* (1985); ABOUSH & JENKINS (1987); GALUN *et al.* (1994); e, VALLITTU & FORSS (1997).

Neste trabalho, a carga para o deslocamento foi registrada em quilogramas-força (kgf) e não foi considerada a área do preparo. Os trabalhos de GRIEVE (1969); NINA *et al.* (1975); INES (1975); ABELSON (1980); WORLEY *et al.* (1982); BRUKL *et al.* (1985); CHAN *et al.* (1986); OMAR (1988); TJAN & LI (1992); AYAD *et al.* (1997); e, TUNTIPRAWON (1999) também registraram a carga de tração, enquanto os de OILO & JORGENSEN (1978); TREVISAN *et al.* (1991); GORODOVSKY & ZIDAN (1992); MARTINS (1995); e, ERNST *et al.* (1998) relacionaram a carga com a área do preparo. A opção por registrar apenas a carga para o deslocamento ocorreu após a análise dos trabalhos de ABELSON (1980), que demonstrou não existir correlação positiva entre a área do preparo e a resistência retentiva; de INES (1975) e CHAN *et al.* (1986), quando afirmaram que a retentividade estava relacionada à geometria do preparo; e, de OILO & JORGENSEN (1978); OMAR (1988); e, AYAD *et al.* (1997), ao demonstrarem que a retentividade estava também relacionada à rugosidade do preparo.

Em dentina (Tabela 5.1 e Figura 5.1), foi verificado existir maior resistência retentiva, estatisticamente significativa, para o cimento resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Use Plus - 3M) em relação aos

demaís ($p < 0,05$). Este desempenho, apesar da não correspondência de valores, está conforme os estudos de BRUKL *et al.* (1985); TJAN & LI (1992); e, AYAD *et al.* (1997), que também encontraram melhor desempenho para os cimentos resinosos em comparação ao cimento de fosfato de zinco, e com os dados de GORODOVSKY & ZIDAN (1992) e TUNTIPRAWON (1999), que relataram melhor desempenho para os cimentos resinosos em relação ao de fosfato de zinco e de ionômero de vidro.

Nos trabalhos de ABELSON (1980); CHAN *et al.* (1986); MARTINS (1995); e, ERNST *et al.* (1998), no entanto, os cimentos resinosos tiveram um desempenho adverso. Esses resultados contraditórios podem ser facilmente explicados quando se considera que esses estudos foram efetuados sem a preocupação de se obter a técnica adesiva completa, isto é, condicionamento ácido da dentina e formação da camada híbrida, condição que deve ter enfraquecida a união do cimento.

Portanto, quando se examina os tipos de fratura (Quadro X), dos 7 corpos-de-prova, nos quais as coroas foram fixadas com cimento resinoso e adesivo, constata-se que 5 apresentaram falha coesiva na dentina (Figura 5.7), significando que a união adesiva e a resistência coesiva do cimento, excederam a resistência coesiva da dentina, enquanto os demais apresentaram falha mista (adesiva e coesiva no cimento).

O condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 35 %, seguida pela penetração, impregnação e polimerização do adesivo (Scotchbond Multi-Use Plus - 3M), determinou a formação da camada híbrida, semelhante à inicialmente descrita por NAKABAYASHI (1992) e posteriormente por VAN MEERBEEK *et al.* (1993), sendo considerada como possível responsável pela maior resistência alcançada nos ensaios, e provável causadora das falhas coesivas em dentina (Quadro X e Figura 5.7).

Reforçando esta hipótese, falhas coesivas em dentina, similares às encontradas neste estudo, foram descritas por TJAN & LI (1992); GORODOVSKY & ZIDAN (1992); e, TUNTIPRAWON (1999) em trabalhos com metodologia similar.

Os cimentos de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE) e modificado por resina (Vitremer - 3M), apesar de apresentarem composições diferentes, quanto ao componente resinoso, proporcionaram valores estatisticamente similares entre si ($p > 0,05$), inferiores ao cimento resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Use Plus - 3M) ($p < 0,05$), e superiores ao cimento de fosfato de zinco (Cimento de Zinco - SS White) ($p < 0,05$). A superioridade retentiva dos cimentos de ionômero de vidro em relação ao cimento de fosfato de zinco também foi verificada nos estudos de OMAR (1988); MARTINS (1995); AYAD *et al.* (1997); e, TUNTIPRAWON (1999) embora os estudos "in vitro" de GORODOVSKY & ZIDAN (1992) e "in vivo" de KERN *et al.* (1996) tenham mostrado desempenho similar entre esses materiais.

JORGENSEN & HOLST (1967) e GRIEVE (1969), avaliando as resistências compressivas de cimentos e a resistência à remoção de coroas, verificaram correlação positiva entre as duas propriedades avaliadas. Enquanto WILSON *et al.* (1977); WHITE & YU (1993); e, GALUN *et al.* (1994), estudando as resistências à compressão e à tração diametral de cimentos, observaram resultados que podem ser extrapolados e comparados positivamente aos encontrados neste trabalho, ou seja, maiores resistências para os cimentos resinosos e de ionômero de vidro, em relação ao cimento de fosfato de zinco. Além disso, ANUSAVICE (1996) enfatizou a imbricação mecânica do cimento nas superfícies, como um fator importante na retenção de peças protéticas, enquanto WILSON & KENT (1972); HOTZ *et al.*

(1977); BEBERMEYER & BERG (1994); e, GALUN *et al.* (1994) relataram que os cimentos de ionômero de vidro ainda têm a propriedade de união à estrutura dental. Portanto, é provável que a imbricação, assim como a melhora em algumas propriedades mecânicas, como resistências à compressão e à tração diametral, aliadas a possibilidade de união à estrutura dental, tenham proporcionado melhor desempenho aos cimentos de ionômero de vidro, em relação ao cimento de fosfato de zinco. Importante, ainda, destacar que a dentina submetida ao polimento com pedra pomes, provavelmente em função da lisura superficial, tenha dificultado a imbricação do cimento de fosfato de zinco, material que de acordo com TJAN & SARKISSIAN (1986) e OILO & JORGENSEN (1978), tem a imbricação mecânica como fator necessário para maior resistência retentiva.

Quando foram considerados os núcleos metálicos (Tabela 5.2 e Figura 5.2), verificaram-se maiores índices de resistência retentiva para o cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE), estatisticamente superior ao cimento resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Use Plus - 3M) e ao de fosfato de zinco (Cimento de Zinco - SS White) ($p < 0,05$). O cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer - 3M), por sua vez, teve desempenho estatisticamente similar ao cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE) e ao resinoso com adesivo (Cimento de Resina e Scotchbond Multi-Use Plus - 3M) ($p > 0,05$) e superior ao cimento de fosfato de zinco (Cimento de Zinco - SS White) ($p < 0,05$).

O estabelecimento de comparação desses resultados com os encontrados na literatura, torna-se difícil, pois a maioria dos trabalhos disponíveis, com metodologia similar, avaliaram a retenção de coroas sobre preparos metálicos confeccionados em

torno mecânico, como nos estudos de JORGENSEN & HOLST (1967); OILO & JORGENSEN (1978); e, KARIPIDIS & PEARSON (1988) que, além disso, avaliaram os cimentos de óxido de zinco e eugenol, fosfato de zinco e policarboxilato de zinco. Os trabalhos de ADY & FUIRHURST (1973); HOTZ *et al.* (1977); BUTTON *et al.* (1985); e, VALLITTU & FORSS (1997), estudaram a resistência da união de cimentos com ligas metálicas, utilizando testes de cisalhamento ou tracionando o material unido ao substrato. No entanto, apesar das diferenças numéricas de valores, os resultados demonstram uma seqüência aproximada de desempenho nos preparos em dentina, com o cimento de fosfato de zinco apresentando desempenho inferior aos outros materiais, e os cimentos de ionômero de vidro mostrando similaridade entre si.

Em núcleos metálicos, porém, como exceção, o cimento resinoso com adesivo teve desempenho inferior ao cimento de ionômero de vidro convencional. A alta resistência coesiva da liga metálica, tanto da coroa como do preparo, neste caso determinou que a falha fosse predominantemente mista (adesiva e coesiva no cimento) (Quadro X) (Figura 5.9). Além disso, o mecanismo de união do cimento resinoso ao metal, foi diferente daquele observado no preparo em dentina.

Os valores da resistência retentiva em núcleos metálicos fundidos foram estatisticamente superiores aos valores encontrados em dentina, em todos os cimentos utilizados ($p < 0,05$) (Tabelas 5.3 a 5.6 e Figuras 5.3 a 5.6).

A maior resistência retentiva pode ser explicada pela maior rugosidade de superfície dos núcleos metálicos fundidos. A rugosidade promovida pela textura do revestimento para fundição, pode ter sido aumentada, após a aplicação do jato de óxido de alumínio. OILO & JORGENSEN (1978) encontraram melhor desempenho nas estruturas metálicas com maiores rugosidades produzidas por diferentes técnicas de

corde, enquanto ADY & FAIRHURST (1973); BUTTON *et al.* (1985); e, VALLITTU & FORSS (1997), relataram melhor desempenho retentivo dos cimentos em estruturas metálicas submetidas ao jato de óxido de alumínio. Com o cimento de fosfato de zinco, a diferença entre os núcleos metálicos e a dentina foi maior. A justificativa para a maior diferença pode novamente ser baseada nos trabalhos de TJAN & SARKISSIAN (1986) e OILO & JORGENSEN (1978), que afirmaram que o desempenho do cimento de fosfato de zinco é significativamente diminuído em superfícies lisas, em comparação com as rugosas, quando relacionado a outros materiais. Adicionalmente, de acordo com esses dois últimos autores, independentemente do tipo de cimento, a menor dureza da dentina faz com que a mesma seja comprimida mais facilmente durante o tracionamento, o que proporciona maior deslizamento sem fratura do cimento, sendo a respectiva resistência retentiva em média 3 vezes menor do que em coroas fixadas a núcleos metálicos.

A rugosidade de superfície, de acordo com ADY & FAIRHURST (1973), ocasiona aumento da área de contato, possibilitando maior nível de imbricação mecânica. TJAN & SARKISSIAN (1986) também verificaram maiores resistências retentivas em superfícies rugosas, quando comparadas às superfícies polidas e além disso, para WILSON & KENT (1972) e HOTZ *et al.* (1977), os cimentos de ionômero de vidro apresentam a propriedade de união a metais básicos ou a metais nobres tratados superficialmente.

A predominância de falhas mistas (adesiva e coesiva no cimento) nas coroas que estavam fixadas a núcleos metálicos (Quadro X), com porções de cimento aderidas tanto aos preparos quanto às coroas (Figura 5.9), ocorreu principalmente em função da rugosidade de superfície dessas estruturas. Falhas mistas também foram

descritas por VALLITTU & FORSS (1997), quando as superfícies metálicas foram submetidas ao jato de óxido de alumínio. Já em dentina, mostrando maior condição de lisura, as falhas foram predominantemente adesivas na interface cimento-dentina (Quadro X) (Figura 5.8). As exceções foram com o cimento resinoso com adesivo, mostrando predominância de falhas coesivas da dentina (Figura 5.7), e o cimento de ionômero de vidro convencional, que, em algumas situações, permaneceu parcialmente aderido à dentina.

As variações nos valores das cargas necessárias ao deslocamento das coroas, nos diferentes estudos relatados, podem ser explicadas pelas diferenças de metodologias. Assim, de acordo com CHAN *et al.* (1986), as diferentes expulsividades dos preparos (7 a 30°), estão diretamente relacionados com a retentividade, sendo os preparos menos expulsivos os mais retentivos. Os diferentes padrões de rugosidade dos preparos, obtidos por instrumentos de diamante ou de carboneto de tungstênio, diferentes técnicas de corte ou ainda, por métodos de acabamento, de acordo com OILO & JORGENSEN (1978); OMAR (1988); TJAN & SARKISSIAN (1986); e, BUTTON *et al.* (1988), tornam os preparos com maior rugosidade mais retentivos.

A ciclagem térmica, utilizada com o objetivo de simular as condições bucais e previsão da durabilidade da união, neste estudo e nos trabalhos de MARTINS (1995) e AYAD *et al.* (1997), pode determinar valores inferiores aos encontrados por autores que não empregaram a ciclagem.

Uma maior carga durante a fixação melhora a adaptação e a resistência retentiva das coroas, como demonstraram WANG *et al.* (1992) e KARIPIDIS & PEARSON (1988), respectivamente.

A utilização do espaçador ou o alívio do troquel, apesar de melhorar o assentamento das peças protéticas, como descrito por CAMPAGNI *et al.* (1986) e WANG *et al.* (1992), pode interferir na resistência pelo aumento da espessura da película de cimento. A diminuição da resistência pelo aumento da espessura de película foi demonstrada por VERMILYEA *et al.* (1983) e não foi confirmada por INES (1975) e HEMBREE & COOPER (1979).

Como exposto, verificou-se que a retentividade de coroas totais fundidas é influenciada pelo substrato e pelo agente cimentante. Entretanto, o comportamento desses materiais na resistência à remoção de coroas, poderá sofrer influência de outras variáveis não analisadas nesse estudo, as quais poderão ou não confirmar esses resultados.

7. CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

Com base nos dados analisados e discutidos, pode-se concluir que:

1 – Em dentina, o cimento resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Uso Plus - 3M) proporcionou resistência à remoção das coroas, por tração, estatisticamente superior aos cimentos de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE), de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer - 3M) e de fosfato de zinco (Cimento de Zinco - SS White).

2 – A resistência coesiva do cimento resinoso e a união adesiva (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Uso Plus – 3M) superaram, na maioria dos casos, a resistência coesiva da dentina.

3 – Em dentina, houve predominância de falhas adesivas, com exceção da prevalência de falhas coesivas na dentina com o cimento resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Uso Plus - 3M).

4 – Em núcleos metálicos fundidos, o cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE) proporcionou resistência à remoção das coroas, por tração, estatisticamente similar ao ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer - 3M) e superior aos cimentos resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Uso Plus - 3M) e de fosfato de zinco (Cimento de Zinco - SS White).

5 – Em núcleos metálicos, houve predominância de falhas mistas, com cimento aderido parte na coroa e parte no preparo.

6 – A resistência à remoção das coroas, por tração, em núcleos metálicos fundidos, foi estatisticamente superior à resistência à remoção em dentina, com todos agentes cimentantes avaliados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:*

ABELSON, J. Cementation of complete crown retainers. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.43, n.2, p.174-179, Feb. 1980.

ABOUSH, Y.E.Y., JENKINS, C.B.G. The effect of poly (acrylic acid) cleanser on the adhesion of a glass polyalkenoate cement to enamel and dentine. J. Dent., Bristol, v.15, n.4, p.147-152, Aug. 1987.

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.

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

ANUSAVICE, K.J. Phillips – Science of Dental Materials. 10. ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1996. p.556-558.

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.

* De acordo com a NBR 6023, de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos em conformidade com o "World List of Scientific Periodicals".

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.

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.

BUTTON, G.L., BARNES, R.F., MOON, P.C. Surface preparation and shear bond strength of the casting-cement interface. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.53, n.1, p.34-38, Jan. 1985.

BUTTON, G.L. *et al.* Effect of preparation cleaning procedures on crown retention. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.59, n.2, p.145-148, Feb. 1988.

CAMPAGNI, W.V., WRIGHT, W., MARTINOFF, J.T. Effect of die spacer on the seating of complete cast gold crowns with grooves. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.55, n.3, p.324-328, Mar. 1986.

CHAN, K.C., SVARE, C.W., HORTON, D.J. Effect of varnish on dentinal bonding strength of five dental cements. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.35, n.4, p.403-406, Apr. 1976.

CHAN, K.C. *et al.* Effect of metal etching on crown retention. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.55, n.1, p.18-21, Jan. 1986.

CHRISTENSEN, G.J. Dental cements: Are they the weak link? J. Am. dent. Ass., Chicago, v.122, n.12, p.63-64, Nov. 1991.

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.

GALUN, E.A., SALEH, N., LEWINSTEIN, I. Diametral tensile strengths and bonding to dentin of type I glass ionomer cements. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.72, n.4, p.424-429, Oct. 1994.

GIECK, K. Manual de Fórmulas Técnicas. 25. ed. São Paulo: Hemus, 1987. p.16-18.

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

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

HEMBREE, J.H., COOPER JR., 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.

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

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, June 1993.

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.

INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/TC106/SC 1 N236, Resolution 6 1. – CD TR 11405, Trieste, Oct. 1991.

JORGENSEN, K.D., HOLST, K. The relationship between the retention of cemented veneer crowns and the crushing strength of the cements. Acta Odontol. Scand., Oslo, v.25, n.4, p.355-359, Dec. 1967.

KARIPIDIS, A., PEARSON, G.J. The effect of seating pressure and powder/liquid ratio of zinc phosphate cement on the retention of crowns. J. oral Rehabil., Oxford, v.14, n.4, p.333-337, July 1988.

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, p.159-162, Feb. 1996.

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

MC LEAN, J.W., NICHOLSON, J.W., WILSON, A.D. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. Quintessence. Int., Berlin, v.25, n.9, p.587-589, Sept. 1994.

MEZZOMO, E. Reabilitação oral para o clínico. 2. ed. São Paulo: Santos, 1995. p.264.

MILAN, F.M. *et al.* Influência de três fontes de calor de fundição sobre a adaptação cervical de coroas totais metálicas. RFO UPE, Passo Fundo, v.2, n.2, p.33-42, jul./dez. 1997.

MUZYNSKI, B.L., *et al.* Fluoride release from glass ionomers used as luting agents. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.60, n.1, p.41-44, July 1988.

NAKABAYASHI, N. Adhesive bonding with 4-META. Operative. Dent., Seattle, Suppl. 5, p.125-130, 1992.

NINA, A.J.S., BERNARDINELI, N., MONDELLI, J. Estudo comparativo da adaptação e da resistência a remoção, por tração, de coroas totais fixadas com três tipos de agentes cimentantes. Estomat. Cult., Bauru, v.9 n.1, p.133-143, jan./jun. 1975.

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.

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, July 1988.

PHILLIPS, R.W. *et al.* Zinc oxide and eugenol cements for permanent cementation. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.19, n.2, p.144- 150, Feb. 1968.

SMITH, D.C. A new dental cement. Br. dent. J., London, v. 125, n.5, p.381-384, Nov. 1968.

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.

TJAN, A.H.L., SARKISSIAN, R. Effect of preparation finish on retention and fit of complete crowns. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.56, n.3, p.283-288, Sept. 1986.

TREVIZAN, A.C., CONSANI, S., RUHNKE, L.A. Retenção das Coroas Metálicas – Influência do Acondicionamento Dentinário. RGO, Porto Alegre, v.39, n.3, p.183-188, maio/jun. 1991.

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

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.

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.

VERMILYEA, S.G., KUFFLER, M.J., 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, Feb. 1983.

WANG, C.J., 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, June 1992.

WHITE, S.N., YU, Z. Compressive and diametral tensile strengths of current adhesive luting agents. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.69, n.6, p.568-572, June 1993.

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

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

WORLEY, J.L., HAMM, R.C., FRAUNHOFER, J.A. Effects of cement on crown retention. J. prosth. Dent., Saint Louis, v.48, n.3, p.289-291, Sept. 1982.

9. APÊNDICE

9. APÊNDICE

QUADRO XI - Valores da resistência à remoção das coroas fixadas em dentina.

CIMENTO DE FOSFATO DE ZINCO (SS WHITE)		CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO CONVENCIONAL (KETAC CEM - ESPE)		CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO MODIF. POR RESINA (VITREMER - 3M)		CIMENTO RESINOSO COM ADESIVO (CIMENTO DE RESINA SCOTCHBOND - 3M)	
CP	Kgf	CP	kgf	CP	Kgf	CP	Kgf
1	12,60	11	40,83	21	25,28	31*	79,38
2	14,71	12	39,70	22	32,43	32*	81,29
3	18,89	13	39,83	23	21,22	33	77,56
4	24,87	14	34,99	24	35,60	34*	78,82
5	21,53	15	50,63	25	52,40	35*	72,86
6	11,89	16	24,12	26	21,85	36	79,11
7	12,47	17	44,76	27	55,62	37*	60,11
Média	16,70	Média	39,26	Média	34,91	Média	75,58

* Fratura do preparo.

QUADRO XII - Valores da resistência à remoção das coroas fixadas em núcleos metálicos.

CIMENTO DE FOSFATO DE ZINCO (SS WHITE)		CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO CONVENCIONAL (KETAC CEM - ESPE)		CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO MODIF. POR RESINA (VITREMER - 3M)		CIMENTO RESINOSO COM ADESIVO (CIMENTO DE RESINA SCOTCHBOND - 3M)	
CP	Kgf	CP	kgf	CP	Kgf	CP	Kgf
41	76,54	51	145,20	61	118,60	71	91,33
42	72,97	52	141,80	62	118,80	72	105,40
43	75,76	53	106,80	63	125,40	73	122,80
44	69,32	54	129,10	64	101,70	74	100,30
45	79,81	55	123,20	65	136,60	75	128,00
46	69,23	56	122,10	66	109,20	76	88,91
47	67,73	57	113,40	67	136,20	77	109,00
Média	73,05	Média	125,94	Média	120,92	Média	106,53

Cálculo da Área Total do Preparo

A área total do preparo (A_t) foi calculada a partir da soma das áreas do tronco de cone (A_m), da coroa circular (ombro) (A_c) e da face oclusal (A_o), portanto a seguinte fórmula é aplicada:

$$A_t = A_m + A_c + A_o$$

Cálculo da área do tronco de cone (A_m) (GIECK, 1987).

A área do tronco de cone (A_m) é calculada pela seguinte fórmula:

$$A_m = \frac{\pi}{2} \cdot m \cdot (D + d)$$

Sendo: π = constante 3,1416

m = mediatriz

D = base maior (7,5 mm)

d = base menor (6 mm)

$$m = \sqrt{\left(\frac{D - d}{2}\right)^2 + h^2}$$

Sendo: D = base maior (7,5 mm)

d = base menor (6 mm)

h = altura (5 mm)

Portanto:

$$m = \sqrt{\left(\frac{7,5 - 6}{2}\right)^2 + 5^2}$$

$$m = \sqrt{0,75^2 + 5^2}$$

$$m = \sqrt{0,56 + 25}$$

$$m = \sqrt{25,56}$$

$$m = 5,05 \text{ mm}$$

Logo:

$$A_m = \frac{3,14}{2} \cdot 5,05 \cdot (7,5 + 6)$$

$$A_m = 1,57 \cdot 5,05 \cdot 13,5$$

$$A_m = 107,03 \text{ mm}^2 \text{ ou } 1,07 \text{ cm}^2$$

Cálculo da área da coroa circular (ombro) (A_c) (GIECK, 1987).

A área da coroa circular (A_c) é calculada pela seguinte fórmula:

$$A_c = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

Sendo: π = constante 3,1416

D = diâmetro maior (9 mm)

d = diâmetro menor (7,5 mm)

Portanto:

$$A_c = \frac{3,14}{4} \cdot (9^2 - 7,5^2)$$

$$A_c = 0,78 \cdot (81 - 56,25)$$

$$A_c = 0,78 \cdot 24,75$$

$$A_c = 19,30 \text{ mm}^2 \text{ ou } 0,19 \text{ cm}^2$$

Cálculo da área da face oclusal (A_o) (GIECK, 1987).

A área da face oclusal (A_o) é calculada pela seguinte fórmula:

$$A_o = \pi \cdot r^2$$

Sendo: π = constante 3,1416
 r = raio (3 mm)

Portanto:

$$A_o = 3,14 \cdot 3^2$$

$$A_o = 3,14 \cdot 9$$

$$A_o = 28,26 \text{ mm}^2 \text{ ou } 0,28 \text{ cm}^2$$

Logo:

$$A_t = A_m + A_c + A_o$$

$$A_t = 1,07 + 0,19 + 0,28$$

$$A_t = 1,54 \text{ cm}^2$$

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Quadro da análise de variância

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Preparo	1	59140.2572470	59140.2572470	497.2207	0,00001
Cimento	3	17198.2631961	5732.7543987	48.1980	0,00001
Pre*cim	3	7511.8270130	2503.9423377	21.0519	0,00001
Resíduo	48	5709.1992800	118.9416517		
Total	35	89559.5467360			

Média geral : 74,116966

Coefficiente de variação: 14,715 %

Teste de Tukey para médias de preparo

Nº ordem	Nº trat.	Nome	Nº repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	2	Núcleo	28	106,614288	106,614288	a	A
2	1	Dentina	28	41,619641	41,619641	b	B

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

D.M.S. 5% = 5,86986 – D.M.S. 1% = 7,82374

Teste de Tukey para médias de preparo dentro de fosfato de zinco do fator cimento

Nº ordem	Nº trat.	Nome	Nº repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	2	Núcleo	7	73,051435	73,051435	a	A
2	1	Dentina	7	16,708571	16,708571	b	B

Teste de Tukey para médias de preparo dentro de ionômero convencional
do fator cimento

Nº ordem	Nº trat.	Nome	Nº repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	2	Núcleo	7	125,942862	125,942862	a	A
2	1	Dentina	7	39,265717	39,265717	b	B

Teste de Tukey para médias de preparo dentro de ionômero modificado
do fator cimento

Nº ordem	Nº trat.	Nome	Nº repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	2	Núcleo	7	120,928571	120,928571	a	A
2	1	Dentina	7	34,914285	34,914285	b	B

Teste de Tukey para médias de preparo dentro de resinoso com adesivo
do fator cimento

Nº ordem	Nº trat.	Nome	Nº repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	2	Núcleo	7	106,534284	106,534284	a	A
2	1	Dentina	7	75,589992	75,589992	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado
D.M.S. 5% = 11,73973 – D.M.S. 1% = 15,64747

Teste de Tukey para médias de cimento

Nº ordem	Nº trat.	Nome	Nº repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	4	Resinoso	14	91,062138	91,062138	a	A
2	2	Ion. conv.	14	82,604289	82,604289	ab	A
3	3	Ion. modif.	14	77,921428	77,921428	b	A
4	1	Fosf. zinco	14	44,880003	44,880003	c	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado
D.M.S. 5% = 10,98865 – D.M.S. 1% = 13,58279

Teste de Tukey para médias de cimento dentro de dentina do fator preparo

Nº ordem	Nº trat.	Nome	Nº repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	4	Resinoso	7	75,589992	75,589992	a	A
2	2	Ion. conv.	7	39,265717	39,265717	b	B
3	3	Ion. modif.	7	34,914285	34,914285	b	BC
4	1	Fosf. zinco	7	16,708571	16,708571	c	C

Teste de Tukey para médias de cimento dentro de núcleo do fator preparo

Nº ordem	Nº trat.	Nome	Nº repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	2	ion. conv.	7	125,942862	125,942862	a	A
2	3	ion. modif.	7	120,928571	120,928571	ab	AB
3	4	Resinoso	7	106,534284	106,534284	b	B
4	1	Fosf. zinco	7	73,051435	73,051435	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado
D.M.S. 5% = 15,54030 – D.M.S. 1% = 19,20896

Observações não transformadas

Análise fixando o nível dentina do fator preparo e nível fosfato de zinco
do fator cimento

Estadísticas	Teste
Nº de observações	7
Valor mínimo	11,890000
Valor máximo	24,870001
Amplitude	12,980001
Total	116,959999
Média	16,708572
Variância	26,112080
Desvio padrão	5,109998
D.P. média	1,931398
Coef. de variação %	30,583092
Coef. assim.	0,540629
Coef. curt.	1,757408
Mediana	14,710000
Quartil inf.	12,470000
Quartil sup.	21,530001
IC 5% L.S.	21,440496
IC 5% L. I.	11,976648
IC 1% L.S.	23,874058
IC 1% L. I.	9,543087

Observações não transformadas

Análise fixando o nível dentina do fator preparo e nível ionômero convencional
do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	7
Valor mínimo	24,120001
Valor máximo	50,630001
Amplitude	26,510000
Total	274,860020
Média	39,265717
Variância	68,327065
Desvio padrão	8,266018
D.P. média	3,124261
Coef. de variação %	21,051489
Coef. assim.	-0,610342
Coef. curt.	2,938439
Mediana	39,830002
Quartil inf.	34,990002
Quartil sup.	44,759998
IC 5% L.S.	46,920158
IC 5% L. I.	31,611277
IC 1% L.S.	50,856728
IC 1% L. I.	27,674706

Observações não transformadas

Análise fixando o nível dentina do fator preparo e nível ionômero modificado
do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	7
Valor mínimo	21,219999
Valor máximo	55,619999
Amplitude	34,400002
Total	244,399994
Média	34,914284
Variância	198,691208
Desvio padrão	14,095787
D.P. média	5,327706
Coef. de variação %	40,372551
Coef. assim.	0,547395
Coef. curt.	1,725071
Mediana	32,430000
Quartil inf.	21,850000
Quartil sup.	52,400002
IC 5% L.S.	47,967163
IC 5% L. I.	21,861403
IC 1% L.S.	54,680077
IC 1% L. I.	15,148493

Observações não transformadas

Análise fixando o nível dentina do fator preparo e nível resinoso
do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	7
Valor mínimo	60,110001
Valor máximo	81,290001
Amplitude	21,180000
Total	529,130000
Média	75,589996
Variância	53,440266
Desvio padrão	7,310285
D.P. média	2,763028
Coef. de variação %	9,670968
Coef. assim.	-1,569155
Coef. curt.	4,018275
Mediana	78,820000
Quartil inf.	72,860001
Quartil sup.	79,379997
IC 5% L. S.	82,359413
IC 5% L. I.	68,820580
IC 1% L. S.	85,840828
IC 1% L. I.	65,339165

Observações não transformadas

Análise fixando o nível núcleo do fator preparo e nível fosfato de zinco do fator cimento

Estadísticas	Teste
Nº de observações	7
Valor mínimo	67,730003
Valor máximo	79,809998
Amplitude	12,079994
Total	511,360020
Média	73,051430
Variância	20,339335
Desvio padrão	4,509915
D.P. média	1,704588
Coef. de variação %	6,173616
Coef. assim.	0,220974
Coef. curt.	1,643890
Mediana	72,970001
Quartil inf.	69,230003
Quartil sup.	76,540001
IC 5% L.S.	77,227669
IC 5% L. I.	68,875191
IC 1% L.S.	79,375450
IC 1% L. I.	66,727409

Observações não transformadas

Análise fixando o nível núcleo do fator preparo e nível ionômero convencional
do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	7
Valor mínimo	106,800003
Valor máximo	145,199997
Amplitude	38,399994
Total	881,599980
Média	125,942856
Variância	196,386108
Desvio padrão	14,013783
D.P. média	5,296712
Coef. de variação %	11,127095
Coef. assim.	0,137002
Coef. curt.	1,815789
Mediana	123,199997
Quartil inf.	113,400002
Quartil sup.	141,800003
IC 5% L.S.	138,919800
IC 5% L. I.	112,965912
IC 1% L.S.	145,593658
IC 1% L. I.	106,292053

Observações não transformadas

Análise fixando o nível núcleo do fator preparo e nível ionômero modificado
do fator cimento

Estadísticas	Teste
Nº de observações	7
Valor mínimo	101,699997
Valor máximo	136,600006
Amplitude	34,900009
Total	846,500000
Média	120,928574
Variância	169,342682
Desvio padrão	13,013174
D.P. média	4,918518
Coef. de variação %	10,761042
Coef. assim.	-0,101740
Coef. curt.	1,836060
Mediana	118,800003
Quartil inf.	109,199997
Quartil sup.	136,199997
IC 5% L.S.	132,978943
IC 5% L. I.	108,878204
IC 1% L.S.	139,176270
IC 1% L. I.	102,680878

Observações não transformadas

Análise fixando o nível núcleo do fator preparo e nível resinoso do fator cimento

Estadísticas	Teste
Nº de observações	7
Valor mínimo	88,910004
Valor máximo	128,000000
Amplitude	39,089996
Total	745,739990
Média	106,534286
Variância	218,894745
Desvio padrão	14,795092
D.P. média	5,592019
Coef. de variação %	13,887633
Coef. assim.	0,276624
Coef. curt.	1,760352
Mediana	105,400002
Quartil inf.	91,330002
Quartil sup.	122,800003
IC 5% L.S.	120,234734
IC 5% L. I.	92,833839
IC 1% L.S.	127,280678
IC 1% L. I.	85,787895