

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

*FÁBIO MARTINS*

CIRURGIÃO DENTISTA

INFLUÊNCIA DO TIPO DE PREPARO NA RETENÇÃO DE COROAS  
TOTAIS E RESTAURAÇÕES METÁLICAS FUNDIDAS, FIXADAS COM  
CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO CONVENCIONAL E  
MODIFICADO POR RESINA.

*Este exemplar foi  
dividido em 2 partes  
conforme resolução  
02/09/98  
CCPG/036/83  
H. M. M.*

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia  
de Piracicaba, da Universidade Estadual de  
Campinas, para obtenção do  
Título de DOUTOR EM CIÊNCIAS -  
Área Materiais Dentários

PIRACICABA, S.P.  
1998

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

*FÁBIO MARTINS*

CIRURGIÃO DENTISTA

INFLUÊNCIA DO TIPO DE PREPARO NA RETENÇÃO DE COROAS  
TOTAIS E RESTAURAÇÕES METÁLICAS FUNDIDAS, FIXADAS COM  
CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO CONVENCIONAL E  
MODIFICADO POR RESINA.

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia  
de Piracicaba, da Universidade Estadual de  
Campinas, para obtenção do  
Título de DOUTOR EM CIÊNCIAS -  
Área Materiais Dentários

Orientador : Prof. Dr. Simonides Consani .

PIRACICABA, S.P.  
1998

M386i

Martins, Fábio

Influência do tipo de preparo na retenção de coroas totais e restaurações metálicas fundidas, fixadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina/ Fábio Martins. – Piracicaba, 1998.

147f.:il.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, 1998.

Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani

1. Prótese dentária 2. Cimentos dentários 3. Cimentos de ionômero de vidro

Black D3

CDD 617.69



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 17 de Agosto de 1998, considerou o candidato FABIO MARTINS aprovado.

1. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

2. Prof. Dr. LOURENCO CORRER SOBRINHO

3. Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES

4. Prof. Dr. GELSON LUIS ADABO

5. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

DEDICO ESTE TRABALHO

À DEUS

CRIADOR DO UNIVERSO

E DE TODAS AS COISAS NELE EXISTENTE.

CRIADOR DA PAZ, DA PACIÊNCIA,

DA PERSEVERANÇA, DA ESPERANÇA,

DA DEDICAÇÃO E DO AMOR

QUE REINARAM NA

CONCLUSÃO DESTA OBRA.

OBRIGADO PAI !

À minha esposa Eleonora,  
que hoje percorre os árduos,  
porém mui gratificantes caminhos  
de uma pós-graduação, pelo  
incentivo e amor  
transmitidos à mim sempre e  
durante a realização do mesmo.

Aos meus pais, Júlio e Shirley  
que sempre confiaram na minha  
capacidade e determinação, e  
que sempre me incentivaram no  
decorrer da minha vida.

Aos meus irmãos Julinho e André,  
minhas cunhadas Marcinha e  
Cristiana respectivamente, minha  
irmã Anginha e meu cunhado  
Enzo pelo apoio, cuidados com  
minha saúde e pela certeza que eu  
conseguiria.

## ***AGRADECIMENTO ESPECIAL***

Ao Professor Titular da Área Materiais Dentários  
da Faculdade de Odontologia de Piracicaba,  
da Universidade Estadual de Campinas,  
*Doutor Simonides Consani*  
cuja inigualável competência científica e amor  
a profissão, proporcionou dinâmica e segura  
orientação no transcorrer  
deste trabalho, compreensão das minhas dificuldades e pela  
grande admiração e amizade  
conquistada que **já** **mais** **será** **esquecida**.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela oportunidade da realização da minha Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. LOURENÇO CORRER SOBRINHO, Coordenador do Curso de Pós - Graduação na Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela grandiosa ajuda e orientação na minha formação científica.

Ao Prof. Dr. MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI, da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo auxílio na elaboração da análise estatística.

Ao Prof. Dr. MÁRIO FERNANDES DE GOES, da Área de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, , pelo apoio e amizade adquirida.

Ao Prof. Dr. LUIZ ANDRÉ F. PIMENTA, da Disciplina de Dentística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pelo empréstimo e eficiente orientação no manejo da máquina de ciclagem térmica.

Ao Prof. Dr. RICARDO MEDEIROS SCARANELO e Profa. Dra. MARIA CRISTINA R. ALVES-REZENDE, pelo apoio e compreensão das minhas necessidades para a realização do curso de Doutorado.

Ao Técnico da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, Engenheiro MARCOS BLANCO CANGIANI, pela orientação dos cálculos matemáticos na obtenção das áreas dos preparos.



A Funcionária da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, Técnica SELMA A. B. DE SOUZA pela colaboração.

À Bibliotecárias HELENA SUMIKA SANOMIYA OTSUKI e ISABEL PEREIRA de MATOS, da Faculdade de Odontologia do "Campus" de Araçatuba - UNESP pela orientação na montagem das Referências Bibliográficas.

Aos Técnicos de Laboratório CARLOS ALBERTO GONÇALVES e EDUARDO RODRIGUES COBO da Faculdade de Odontologia do "Campus" de Araçatuba - UNESP, pela fundição das peças protéticas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento De Pessoal de Nível Superior- CAPES - PICDT, pela concessão da bolsa de estudo.

MINHA ETERNA GRATIDÃO.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
1 - LISTAS	01
2 - RESUMO	09
3 - INTRODUÇÃO	12
4 - REVISÃO DA LITERATURA	17
5 - PROPOSIÇÃO	73
6- MATERIAIS E MÉTODO	75
6.1 - MATERIAIS	76
6.2 - MÉTODO	77
7 - RESULTADOS	91
8 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	106
9 - CONCLUSÕES	115
10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
11 - SUMMARY	128
12- APÊNDICE	130

1 - LISTAS

## 1 - LISTAS

### 1.1- QUADROS

### PÁGINA

1. QUADRO 1 – Análise de variância para os valores de resistência à tração de restaurações metálicas fundidas, fixadas com diferentes tipos de materiais sob condição de ciclagem térmica ou não.	135
---	-----

### 1.2- TABELAS

TABELA 6.1. Descrição dos cimentos utilizados na pesquisa.	76
TABELA 7.1 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de coroas totais fixadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, sem ciclagem térmica.	93
TABELA 7.2 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de coroas totais cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, com ciclagem térmica.	94
TABELA 7.3 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de restaurações MOD cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, sem ciclagem térmica.	95
TABELA 7.4 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de restaurações MOD cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, com ciclagem térmica.	96
TABELA 7.5 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de coroas totais e restaurações	

MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, sem ciclagem térmica.	97
TABELA 7.6 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com ciclagem térmica.	98
TABELA 7.7 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, sem ciclagem térmica.	99
TABELA 7.8 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com ciclagem térmica.	100
TABELA 7.9 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de coroas totais cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com e sem ciclagem térmica.	101
TABELA 7.10 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de coroas totais cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com e sem ciclagem térmica.	102
TABELA 7.11 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com e sem ciclagem térmica.	103
TABELA 7.12 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração ( $\text{kgf/cm}^2$ ), de restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com e sem ciclagem térmica.	104

1.3 FIGURAS	PÁGINA
FIGURA 6.1 - Desenho esquemático da preparação do conjunto dente- cilindro de resina.	78
FIGURA 6.2 - Desenho esquemático do dente incluído no cilindro de resina.	79
FIGURA 6.3 - Desenho esquemático do preparo do dente, com unidades expressas em mm e convergência em graus.	80
FIGURA 6.4 - Preparo estilizado classe II MOD. Secção transversal; e, detalhamento das caixas oclusal (A) e proximais (B).	82
FIGURA 6.5 – A) Preparo para coroa total e B) coroa total fundida.	85
FIGURA 6.6 – B) Preparo para restauração MOD e B) restauração MOD fundida.	85
FIGURA 6.7 – Dispositivo axial exercendo carga estática de 5 kgf., durante a cimentação da coroa total.	88
FIGURA 6.8 – Dispositivo axial exercendo carga estática de 5 kgf., durante a cimentação da restauração de classe II MOD.	89
FIGURA 6.9 – Máquina eletrônica e pneumática para ciclagem térmica.	89
FIGURA 6.10 – Teste de resistência à tração da coroa total.	90
FIGURA 6.11 - Teste de resistência à tração de restauração classe II MOD.	90
FIGURA 7.1 - Histograma da resistência à tração de coroas totais cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional é modificado por resina, sem ciclagem térmica.	93
FIGURA 7.2 - Histograma da resistência a tração de coroas totais cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado, com ciclagem térmica.	94

FIGURA 7.3 - Histograma da resistência à tração de restaurações MOD cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, sem ciclagem térmica.	95
FIGURA 7.4 - Histograma da resistência à tração de restaurações MOD cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, com ciclagem térmica.	96
FIGURA 7.5 - Histograma da resistência à tração de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, sem ciclagem térmica.	97
FIGURA 7.6 - Histograma da resistência a tração de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com ciclagem térmica.	98
FIGURA 7.7 - Histograma da resistência à tração de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, sem ciclagem térmica.	99
FIGURA 7.8 - Histograma da resistência à tração de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com ciclagem térmica.	100
FIGURA 7.9 - Histograma da resistência a tração de coroas totais cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com e sem ciclagem térmica.	101
FIGURA 7.10 - Histograma da resistência à tração de coroas totais cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com e sem ciclagem térmica.	102

- FIGURA 7.11 - Histograma da resistência à tração de restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com e sem ciclagem térmica. 103
- FIGURA 7.12 - Histograma da resistência à tração de restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com e sem ciclagem térmica. 104
- FIGURA 7.13 – Restauração MOD tracionada fixada com cimento modificado por resina. 105
- FIGURA 7.14 - Restauração MOD tracionada fixada com cimento convencional. 105



## 1.3 - SIGLAS E ABREVIATURAS

	SIGNIFICADO
A.D.A.	Associação Dentária Americana
ISO	Organização Internacional de Padronização
%	por cento
°	grau
°C	grau Celsius
µm	micrometro
nº	número
.	multiplicação
±	mais ou menos
kg/cm <sup>2</sup>	quilograma por centímetro quadrado
kgf/cm <sup>2</sup>	quilograma força por centímetro quadrado
ml	mililitro
mm	milímetro
mm/min.	milímetro por minuto
cm	centímetro
cm <sup>2</sup>	centímetro quadrado
EBA	ácido etoxi benzóico
P.V.C.	Poli Vinil Cloreto rígido
et al.	et alli (e colaboradores)
Fig.	Figura
π/2	Razão Pi sobre dois

$h^2$	altura ao quadrado ou altura elevada a segunda potência
/	divisão
$\sqrt{\phantom{x}}$	raiz quadrada
Ac	Área da coroa circular
Ao	Área da face oclusal do preparo dentário
Am	Área média do tronco de cone
At	Área total do preparo
M	mediatriz
psi	libra por polegada ao quadrado
BIS-GMA	Bisfenol A - glicidil metacrilato
HEMA	2-Hidroxietil Metacrilato
MPa	Megapascal
Cos	coseno

## 2 - RESUMO

## 2 - RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a resistência à tração de coroas totais e restaurações de classe II MOD, cimentadas em preparos efetuados em 64 dentes molares humanos hígidos, recém-extraídos, e armazenados em soro fisiológico por 3 meses, utilizando cimento de ionômero de vidro convencional Shofu GlasIonomer e modificado por resina Vitremer 3M. Após a profilaxia, as raízes de cada dente foram incluídas em resina acrílica. A coroa foi preparada inicialmente em torno mecânico e a finalização do preparo foi feita com ponta diamantada em alta rotação refrigerada à água, até a obtenção de um preparo cônico para coroa total ou um preparo estilizado tipo classe II, para restaurações MOD. Em seguida, as restaurações metálicas foram obtidas com liga à base de Ni-Cr através da técnica de fundição pelo método da cera perdida. Os corpos-de-prova foram divididos em oito grupos de 8 unidades cada, sendo quatro grupos para os preparos de coroa total e quatro para os preparos de restaurações de classe II MOD, ficando metade dos grupos cimentados com cada tipo de cimento ionomérico, com e sem ciclagem térmica. A cimentação foi realizada sob carga estática compressiva de 5 kgf durante 10 minutos e os ensaios de tração numa máquina de ensaio universal Otto Wolpert-Werke (Alemanha), numa velocidade de 6 mm/min., após 24 horas de armazenagem. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer-3M obteve os maiores valores de resistência à tração em relação ao cimento de ionômero de vidro

convencional Shofu GlasIonomer, em todas as situações estudadas, exceto quando as restaurações MOD sofreram tratamento térmico.

Palavras Chave: Prótese dentária

Cimentos dentários

Resistência a tração

### 3 - INTRODUÇÃO

### 3 - INTRODUÇÃO

A cimentação definitiva de próteses fixas e coroas totais tem se constituído num dos problemas mais sérios com os quais o clínico se defronta e, para os pesquisadores, um tema de investigação constante, que ainda necessita de muito estudo<sup>31</sup>.

A introdução na Odontologia dos cimentos de ionômero de vidro foi realizada por Wilson & Kent<sup>60</sup>, há 25 anos. Desde então, sua utilização tem aumentado gradativamente. Este material é baseado na mistura do pó do cimento de silicato e do líquido do cimento de policarboxilato de zinco aproveitando as propriedades benéficas dos dois materiais<sup>53, 46</sup>.

Os cimentos de ionômero de vidro foram primeiramente introduzidos no mercado como materiais restauradores de lesões classe V e classe III de Black, e posteriormente para restaurar pequenas lesões de cáries recorrentes, obturação endodôntica, e reparos de defeitos marginais em amálgama, resina e ligas de ouro para metalocerâmica, além de sua utilização como agente cimentante. Porém, existe pouca informação sobre a adesão entre as ligas para coroas metalocerâmicas e os vários tipos de cimentos de ionômero de vidro<sup>55</sup>.

No que concerne à sua utilização como material para cimentação de próteses fixas, têm sido ressaltadas algumas propriedades desejáveis, tais como: união físico-química à dentina e ao esmalte através da quelação de íons cálcio da estrutura dental<sup>23, 38</sup>, pequena espessura de película, coeficiente de expansão térmica semelhante ao das estruturas dentais e baixa solubilidade após 24 horas da manipulação. Além disso, esses cimentos liberam fluoreto de

cálcio, cuja ação cariostática promove aumento na resistência à cárie, fator muito importante quando se considera que a principal causa de falhas em coroas e próteses fixas é a reincidência de cárie, e também são biocompatíveis

14, 33

O aumento da retenção do agente cimentante através da união aos íons metálicos do esmalte e dentina pode ser particularmente vantajoso, principalmente nos casos de coroa clínica curta, preparos excessivamente cônicos, mínimas superfícies preparadas e outras configurações geométricas não favoráveis<sup>56</sup>.

Estudo recente sobre a capacidade retentiva de cimentos definitivos usados em prótese parcial fixa, desenvolvido por Martins & Andrade e Silva<sup>34</sup> (1995) mostrou que o cimento de ionômero de vidro alcançou os mais altos valores médios de resistência à tração de coroas totais, nas condições com e sem cimentação provisória.

A formulação dos chamados materiais híbridos contém os componentes essenciais dos cimentos de ionômero de vidro convencionais e das resinas fotopolimerizáveis. Estes materiais foram desenvolvidos para minimizar as desvantagens dos cimentos ionoméricos convencionais, tais como curto tempo de trabalho, longo tempo de presa, e sensibilidade à água durante os períodos iniciais de geleificação, enquanto preserva as vantagens clínicas, ou seja, fácil aplicação, estética, adesão química aos tecidos dentais, lixiviamento de fluoretos e isolamento térmico. Os materiais híbridos também apresentam



melhores propriedades físicas e mecânicas que os cimentos de ionômero de vidro convencionais <sup>21</sup>.

Assim, com o propósito de aumentar os baixos valores de resistência à tração, fragilidade e pouca resistência à fratura dos cimentos de ionômero de vidro, Mathis & Ferracane<sup>36</sup> (1989) desenvolveram os materiais híbridos adicionando resina composta aos cimentos de ionômero de vidro, fato que posteriormente levou Mount<sup>43</sup> (1995) a considerar que a retentividade foi melhorada pela ausência de fratura coesiva do cimento. <sup>04, 11, 16</sup>.

Vários estudos recentes têm avaliado as propriedades dos cimentos ionoméricos fixadores desde que eles foram desenvolvidos e comercializados. Algumas pesquisas demonstraram que houve mudanças nas propriedades mecânicas destes materiais devido composição e natureza da reação de presa<sup>22</sup>, onde a força compressiva aumentou significativamente entre um e sete dias<sup>19</sup>, mas houve pouca mudança na resistência de união à tração destes materiais à dentina. <sup>25, 28 51</sup>

Nesta nova geração de cimentos ionoméricos, na qual um sistema fotopolimerizável foi incorporado ao ácido polialcenóico, a reação do ionômero convencional começa pela ionização do ácido polialcenóico e lixiviamento de íons positivos metálicos do vidro. A rede de polímero formada entre 2-HEMA e os grupos metacrilatos pendentes das frações ionizadas e não ionizadas do ácido poliacrílico reduz a taxa da reação ácido/base, aparentemente devido à um fenômeno de relação espacial de átomos na molécula<sup>13</sup>.

Entretanto, apesar destes estudos, a literatura não tem mostrado se, ao fazer a união físico-química com o esmalte e a dentina, a retenção destes cimentos não estaria na dependência do tipo de preparo, para alcançar maior grau de retentividade.

## **4 - REVISÃO DA LITERATURA**

## 4 - REVISÃO DA LITERATURA

WILSON & KENT<sup>60</sup>, em 1972, introduziram um novo cimento denominado cimento de ionômero de vidro ou alumino-silicato-poliacrilato (A.S.P.A.), sigla representativa de seus principais componentes. O pó é semelhante ao do cimento de silicato e o líquido é basicamente o do policarboxilato de zinco. Esta composição teve a finalidade de conferir ao material algumas propriedades semelhantes ou intermediárias a dos materiais de origem. Assim o cimento de ionômero de vidro apresenta translucidez, adesão às estruturas dentais e baixo potencial de agressão ao complexo dentina-polpa.

KENT et al.<sup>27</sup>, em 1973, compararam as propriedades do cimento de ionômero de vidro com vários materiais, concluindo que suas propriedades assemelham-se à algumas características do cimento de policarboxilato de zinco, particularmente à adesão, devido à função altamente polar da solução do ácido poliacrílico, e outras com o cimento de silicato, possuindo translucidez superior aos de óxido de zinco e eugenol.

BERNARDINELI et al.<sup>06</sup>, em 1976, estudaram a influência da forma e da rugosidade das paredes cavitárias sobre a retenção de coroas totais e incrustação MOD fixadas com três tipos de cimentos. Foram feitos preparos tipo coroa total e cavidades MOD em troqueis metálicos, com inclinações de 5° e 0° de expulsividade cérvico-oclusal das paredes axiais. A cimentação das respectivas restaurações metálicas foi feita com os cimentos de fosfato de zinco, policarboxilato de zinco e óxido de zinco e eugenol com EBA. Após 24

horas de cimentação, as restaurações metálicas foram tracionadas em máquina de ensaio universal. Os autores concluíram que nas coroas totais, o cimento de fosfato de zinco e o de óxido de zinco e eugenol com EBA produziram retenções similares. No caso das restaurações MOD, a menor retenção foi proporcionada pelo fosfato de zinco.

WILSON et al.<sup>59</sup>, em 1977, compararam as propriedades de um novo cimento de ionômero de vidro (ASPA II e ASPA IV) usado para cimentação em relação àqueles já existentes no mercado, como silicofosfato, policarboxilato de zinco, fosfato de zinco, óxido de zinco e eugenol com e sem ácido etoxybenzóico. Os testes realizados foram os de solubilidade, força compressiva após 24 horas, força de tração diametral, após armazenagem dos corpos-de-prova em água destilada a 37°C. A força compressiva dos cimentos ASPA II e ASPA IV foi alta, bem acima daquelas requeridas para o cimento de fosfato de zinco. Além de outras vantagens, os autores concluíram que a força destes cimentos de ionômero de vidro experimentais se comparava favoravelmente àqueles como o cimento de silicofosfato. Entretanto, a solubilidade inicial do cimento ionomérico era mais alta que a do cimento de óxido de zinco, embora isto não devesse afetar a durabilidade clínica.

HOTZ et al.<sup>23</sup>, em 1977, estudaram a união do cimento de ionômero de vidro ASPA IV em diferentes substratos (metal, porcelana, esmalte e dentina de dentes humanos), através de um novo teste de adesão por centrifugação. Foram comparados diferentes tipos de tratamento superficial do esmalte e dentina. Para os testes em esmalte utilizaram os seguintes tratamentos: água oxigenada 20 volume, solução de ácido cítrico a 50%, solução de ácido

ortofosfórico a 37%, solução em álcool de alumino acetil-cetona a 10% e solução mineralizadora. Nos testes com substratos metálicos foram utilizados o ouro e a platina, que foram submetidos a jato de areia abrasiva ou eletrodeposição de uma fina camada de estanho. A porcelana apenas foi limpa com água oxigenada 20 volume. Os resultados obtidos possibilitaram concluir que o cimento de ionômero de vidro ASPA IV formou ligações adesivas com, esmalte e dentina, e com o ouro e platina recobertos por estanho. Observaram também, que o tratamento com o ácido cítrico foi particularmente efetivo, havendo a necessidade de maiores estudos sobre o preparo dos substratos.

MALDONADO et al.<sup>32</sup>, em 1978, realizaram um estudo "in vitro" sobre as diversas propriedades do cimento de ionômero de vidro, entre as quais a adesão ao esmalte e à dentina, comparativamente ao cimento de policarboxilato de zinco. Os dentes foram condicionados em solução de ácido cítrico a 50% por 30 segundos. Em seguida, os cimentos foram aplicados ao esmalte e à dentina, sendo parte dos corpos-de-prova armazenados em água a 37°C por 15 dias e parte submetidos à ciclagem térmica durante o mesmo intervalo de tempo, sendo em seguida, submetido ao testes de tração. Os resultados mostraram que o cimento de policarboxilato de zinco foi superior ao cimento de ionômero de vidro, tanto em esmalte como em dentina, quando os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C. A ciclagem térmica determinou ligeiro efeito sobre a resistência do cimento de ionômero de vidro, porém também diminuiu em 25% a resistência de união do cimento de policarboxilato de zinco às estruturas dentais, provavelmente devido às

diferenças estruturais da dentina onde os preparos foram efetuados, tais como nível de calcificação e dureza superficial.

PEDDEY<sup>48</sup>, em 1981, estudou o efeito de soluções salinas aplicadas à dentina, com o objetivo de melhorar a união de cimentos derivados do ácido poliacrílico. Também foi avaliado o efeito do tempo de extração dos dentes na resistência de união dos materiais à dentina. Foram empregados 24 diferentes tipos de soluções salinas, três cimentos de ionômero de vidro, um de policarboxilato de zinco e dentes com diferentes idades de extração (anos, dias e 20 minutos). Os resultados obtidos pelo teste de tração de blocos de cimentos aplicados à dentina mostraram que as soluções salinas não alteraram a resistência de união entre a dentina e os cimentos de ionômero de vidro. Foi possível concluir ainda que não houve diferenças significantes na retenção dos cimentos a dentes com diferentes idades de extração.

REISBICK<sup>49</sup>, em 1981, avaliou dois cimentos de ionômero de vidro (Chembond e Fuji Tipol-GC) como agentes de cimentação em comparação aos cimento de fosfato de zinco (Tenacin-LD Caulk) e cimento de policarboxilato de zinco (Durelon-Premier), sob o ponto de vista de qualidade de trabalho e efetividade. Antes do uso clínico, testes foram feitos para verificar tempo de geleificação e consistência, como descrito na especificação nº 8 da A.D.A.. A espessura da película foi medida através da secção de coroas veneer fundidas com liga de ouro tipo III cimentadas sobre preparo em dentes naturais e observadas através de fotografias feitas com 100 X de aumento. Todos os cimentos foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. O tempo de geleificação foi determinado pelo teste de penetração com agulhas

de Gilmore, enquanto as amostras permaneciam a 37°C e 100% de umidade relativa. Para a fase clínica do teste, 390 coroas foram cimentadas e os pacientes avaliados a uma semana, três meses e seis meses, no que concerne a permanência, sintomas objetivos, resposta pulpar por radiografias e doença periodontal. O autor concluiu que a espessura da película do cimento ionomérico Chembond foi a menor entre os materiais testados. Nenhuma coroa cimentada causou qualquer tipo de problema estudado até o período de seis meses, e que houve união físico-química entre o cimento ionomérico e estruturas dentárias, sendo suas qualidades físicas e de trabalho compatíveis com a prática clínica.

McCOMB<sup>37</sup>, em 1982, avaliou o cimento de ácido aluminosilicato poliacrílico usado na retenção de fundições a ouro. Cavidades de classe I foram preparadas com brocas diamantadas para alta rotação refrigeradas a água, exclusivamente em dentina. As cavidades produzidas eram circulares, com diâmetro de 4,0 mm, profundidade de 1,5 mm e convergência cervico-oclusal de aproximadamente 7 graus. Os padrões foram feitos em cera e fundidos em liga à base de ouro. Antes da cimentação, as cavidades foram lavadas, secas e umedecidas levemente com álcool e as fundições com clorofórmio. Os cimentos de ionômero de vidro Fuji Ionomer I (GC), fosfato de zinco Fleck's Zinc Cement (Mizzy) e silicofosfato de zinco Fluoro-thin I (S.S. White) foram misturados sobre uma placa de vidro resfriada e as coroas cimentadas sob pressão digital, sendo o excesso de cimento removido após três minutos. Os corpos-de-prova foram colocados em umidificador a 37°C e 100% de umidade relativa por 30 minutos. A força de tração necessária para o



deslocamento das coroas cimentadas foi medida, usando uma máquina de ensaio universal Instron, a uma velocidade de 0,5 cm/min. O autor concluiu que o cimento de ionômero de vidro teve os mais altos valores de resistência à tração e o cimento de fosfato de zinco os mais baixos.

FINGER<sup>15</sup>, em 1983, comparou três cimentos de ionômero de vidro tipo I (Chem Bond – DeTrey, Fuji Ionomer – GC, Ketac-Cem – Espe) com um cimento de policarboxilato de zinco ( Durelon – Espe ) e um cimento de fosfato de zinco ( Tenet – Vivadent ), no que concerne ao tamanho da partícula, retenção e solubilidade. Para o teste de retenção, dentes molares foram incluídos em resina epóxica e preparados em torno mecânico, na forma de tronco de cone com convergência cérvico-oclusal de 10°, todo em dentina. Coroas de cobre, com a mesma forma e angulação foram confeccionadas em torno mecânico. Antes do teste de tração, os dentes foram armazenados em solução de cloramine a 1%. Os cimentos foram espatulados e as coroas assentadas sobre o preparo com uma carga de 5 Kg por 15 minutos, quando o excesso de cimento foi removido e as amostras foram levadas novamente à solução de cloramine 1% para armazenagem por 7 dias. As coroas foram tracionadas numa máquina Instron e a área retentiva entre coroa e preparo foi medida e a retenção calculada em N/mm<sup>2</sup>. O autor concluiu que há diferenças estatisticamente significantes entre a resistência à força de compressão e tração após 7 dias, porém, não houve diferenças entre os materiais dentro de cada teste realizado.

McLEAN et al.<sup>38</sup>, em 1984, descreveram que os cimentos de ionômero de vidro aderem à dentina e ao esmalte por união química, quando o cimento

está em forma de pasta fluida, sendo que nesta fase muitos grupos do ácido carboxílico estão presentes. A respeito do desenvolvimento e uso dos cimentos de ionômero de vidro cimentantes liofilizados, que eram misturados ao pó, a formação do cimento era iniciada pela mistura do pó com água, a qual contém um polieletrólito altamente estável e de baixa viscosidade, baseado em copolímero dos ácidos acrílico e itacônico. Posteriormente também o ácido tartárico foi adicionado à composição, ficando estes cimentos dispensados e misturados facilmente com baixa viscosidade, com melhoramento das características de presa.

LANCEFIELD et al.<sup>31</sup>, em 1985, relataram que a cimentação definitiva de pontes fixas e coroas totais tem se constituído num dos problemas mais sérios com os quais o clínico se defronta e, para os pesquisadores, um tema de investigação constante, que ainda necessita de muito estudo e determinaram a força de união à tração de um cimento de ionômero de vidro Fuji ionomer Type II (GC - Dental Industrial Corp.) aderido aos esmalte, dentina e cimento não condicionados e condicionados com ácido cítrico e com ácido fosfórico. Foram usados dentes molares humanos hígidos, seccionados na junção cimento-esmalte quando a coroa e a raiz foram embutidas em resina epóxica lixadas para planificar as superfícies de teste e armazenadas em água a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  por 24 horas. As superfícies em esmalte, dentina e cimento foram condicionadas por 1 minuto, lavadas com água destilada e secas. O cimento ionomérico foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante e levado às superfícies com um instrumento de plástico, deixado geleificar por 15 minutos, retirado da matriz e imersos em água di ionizada, à temperatura

ambiente por 24 horas, até a realização dos testes numa máquina com uma velocidade de 0,05 polegadas/minuto. Os autores concluíram que existiu diferença significativa na força de união à tração do esmalte em relação à dentina e deste em relação ao cimento; não houve diferença estatisticamente significativa entre as superfícies sem tratamento, condicionadas com ácido cítrico ou com ácido fosfórico a 37% dentro do esmalte, dentina ou cimento; a força de união à tração relativamente baixa do cimento de ionômero de vidro aos esmalte, dentina e cimento sugeriu que o prognóstico para o comportamento clínico desse material nas restaurações de classe V não será satisfatório.

A Organização Internacional de Padronização<sup>24</sup> (ISO) 7489 para cimentos de ionômero de vidro preconiza que a mistura seja realizada com espátula a qual não reaja ou abrase os componentes do produto e que possua uma uniformidade completa, de textura macia e lisa entre a proporção pó/líquido recomendada pelos fabricantes.

ABOUSH & JENKINS<sup>01</sup>, em 1986, estudaram a resistência da união de cimentos de ionômero de vidro à dentina e ao esmalte de molares extraídos. Foram avaliados os cimentos: ChemFil (anidro), Fuji tipo II, Ketac-Fil e ASPA. As superfícies dentinárias foram tratadas com solução de ácido cítrico a 50% e analisadas através de microscopia eletrônica e teste de resistência de união. Os resultados evidenciaram que o aumento na rugosidade superficial do preparo produz efeito adverso sobre a retenção e a limpeza da dentina com pedra pomes ou através de jato abrasivo, produz condições favoráveis à adesão. Entre os materiais, o cimento ChemFil mostrou-se significativamente

superior aos outros materiais, e que 15 minutos após a mistura os cimentos ChemFil e Fuji adquirem mais de 80% de sua resistência à união, em 24 horas.

KNIBBS et al.<sup>30</sup>, em 1986, estudaram o comportamento da manipulação clínica e do desempenho ao longo dos anos de um cimento de policarboxilato de zinco em relação a um cimento de ionômero de vidro. Os dois cimentos estudados são do tipo pó/líquido, e as propriedades de manipulação clínica foram verificadas por 20 clínicos. Um total de 196 restaurações foram cimentadas em sessenta e seis pacientes. Os resultados mostraram que algumas restaurações se soltaram perto de dois anos de uso. Nenhum cimento pareceu causar algum problema clínico, sendo que dois anos de pesquisa foi um tempo seguramente suficiente para avaliar as propriedades mecânicas. Os autores concluíram que detalhes clínicos, como forma geométrica e expulsividade do preparo, são mais importantes para a permanência da longevidade clínica do que o tipo de cimento usado para fixação das peças protéticas.

Estudando o efeito da limpeza do esmalte e dentina com solução de ácido poliacrílico a 25% na retenção do cimento de ionômero de vidro Chem-Fil II, ABOUSH & JENKINS<sup>02</sup>, em 1987, compararam este tratamento com o ácido cítrico a 50%, pasta de pedra pomes e superfícies contaminadas com saliva. Os resultados obtidos através do teste de tração permitiram concluir que a limpeza com o ácido poliacrílico a 25% foi estatisticamente igual a aplicação de solução de ácido cítrico a 50% e pasta de pedra pomes. Puderam confirmar também que a contaminação com saliva pode eliminar completamente a adesão do material às estruturas dentais.

JOHNSON et al.<sup>25</sup>, em 1988, estudaram o tempo de maturação dos cimentos de ionômero de vidro e dos cimentos de fosfato de zinco. Testes de força, incluindo o módulo de elasticidade, força de tração diametral, espessura de película, tempo de presa, e solubilidade, foram feitos para melhor caracterizarem os dois tipos de cimentos, num período de um e sete dias. Os cimentos ionoméricos usados foram De Trey Chembond (AD Int.); Fuji Ionomer Type 1 (GC); Ketac-Cem (Espe), e o cimento de fosfato de zinco Modern Tenacin (LD Caulk). Analisando estatisticamente os resultados, os autores concluíram que a solubilidade, a qual muito afeta a resistência ao deslocamento das próteses, foi alta para os cimentos De Trey (1,3%) e Fuji (1,5%), comparados ao Ketac-Cem (0,35%) e Tenacin (0,15%), num período de sete dias, sendo esta diferença estatisticamente significativa. Os resultados para os testes de força de tração, em 24 horas, para os cimentos De Trey e Fuji foram similares (3,7 MPa), sendo que Tenacin e Ketac-Cem obtiveram bons resultados (5,0 e 5,6 MPa respectivamente). No mesmo teste após sete dias, os autores perceberam uma grande mudança nos valores para os cimentos de ionômero de vidro Fuji (7,5 MPa), Ketac-Cem (6,6 MPa), e De Trey (6,3 MPa), enquanto que o valor de resistência do cimento de fosfato de zinco Tenacin não se alterou.

MATHIS & FERRACANE<sup>36</sup>, em 1989, tiveram como objetivo produzir um material restaurador híbrido entre cimento de ionômero de vidro/resina composta, o qual poderia conter fluoretos e ser adesivo à dentina, com propriedades mecânicas superiores e sensibilidade à umidade menor àquelas dos cimentos ionoméricos, além de reduzir a rugosidade superficial e

fragilidade. Os autores misturaram o líquido do cimento de ionômero de vidro restaurador comercial Fuji II (Espe) com uma resina experimental, que atualmente é usada em compósitos atuais. O líquido e o pó foram pesados e misturados com o pó do cimento de ionômero de vidro, provendo uma proporção pó/líquido de 2,3:1,0. Após a mistura, o material foi injetado em moldes de vidro ou aço através de uma seringa Centrix para confecção das amostras para análise das propriedades. A presa foi obtida em dois estágios, ou seja, reação química do cimento ionomérico e fotopolimerização da resina. Os testes de compressão foram feitos em cilindros de 8,0 mm de altura por 4,0 mm de diâmetro e os testes de tração diametral foram feitos com amostras em forma de discos de 3,0 mm de altura por 6,0 mm de diâmetro em uma máquina de teste universal a uma velocidade de 0,127 mm/minuto e 12,7 mm/minuto, respectivamente. Testes de adesão a dentina foram feitos por cisalhamento da união material-dentina. Dez molares hígidos humanos foram obtidos e armazenados em água dionozada por uma semana. As raízes dos dentes foram incluídas em resina acrílica e as coroas dos dentes removidas até a dentina coronária ser exposta, quando foi polida, lavada com água, seca e tratada com condicionador da GC por 20 segundos, lavada por 10 segundos e seca novamente por 5 segundos. Um tubo de vidro (3,0 mm de altura por 6,5 mm de diâmetro) foi encostado na dentina e o material do teste foi injetado dentro do tubo e imediatamente levado a estufa a 37°C a 100% de umidade relativa por uma hora. As amostras foram montadas em uma máquina de teste universal a uma velocidade de 0,254 mm/minuto. Os autores concluíram que houve diferença de 39% na resistência à força de tração e de 11% no módulo

de elasticidade com o uso do material híbrido, porém a força de compressão foi significativamente menor (13%) em relação ao cimento convencional. A adesão a dentina foi similar para ambos materiais, sendo que a solubilidade em água, durante uma hora de armazenagem, foi reduzida 34% para o material híbrido.

TORTAMANO NETO et al.<sup>53</sup>, em 1989, fizeram uma revisão da literatura, comparando algumas propriedades do cimento de ionômero de vidro que se baseia na mistura do pó do cimento de silicato e do líquido do cimento de policarboxilato de zinco aproveitando as propriedades benéficas dos dois materiais, com o tradicional cimento de fosfato de zinco. Após levantamento bibliográfico sobre composição e reação de presa, espessura de película, adesividade, sensibilidade pós-operatória, solubilidade e concluíram que o surgimento do cimento de ionômero de vidro foi outra alternativa de material cimentante para o clínico. Dentre as vantagens que o cimento de ionômero de vidro apresenta, ainda ressaltaram, a facilidade de manipulação, a resistência e a "rigidez", semelhantes ao tradicional cimento de fosfato de zinco, além de apresentar um potencial de adesão físico-químico inexistente no cimento de fosfato de zinco. Destacaram também a capacidade de liberar flúor, porém apresentaram com deficiência a alta solubilidade quando em contato com saliva, e possível sensibilidade pós-operatória.

ADABO et al.<sup>63</sup>, em 1990, estudaram a resistência à tração de coroas metálicas fundidas, em função dos agentes cimentantes, cimento de policarboxilato de zinco Ceranco-J&J, cimento de ionômero de vidro Ceram-Chem-DFL, cimento resinoso Panavia EX-Kuraray, e das ligas metálicas de

níquel-cromo Durabond MS, de prata-estanho-DFL, liga de cobre-alumínio Duracast MS. Terceiros molares tiveram suas raízes incluídas em resina acrílica e suas coroas preparadas com corte plano na face oclusal, até atingir a dentina. Os padrões em cera foram confeccionados de forma a se fixarem adequadamente à máquina de ensaio, com a superfície a ser cimentada circular e plana. Após fundidos, as superfícies de contato foram abrasionadas com lixa de carboneto de silício nº 50. Os materiais cimentantes foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes e as coroas foram assentadas sobre os preparos com pressão de  $8 \text{ Kg/cm}^2$ , e aos 12 minutos armazenadas em água destilada à temperatura de  $37^\circ$ , durante 24 horas, quando foram levadas a máquina de ensaio universal Instron com velocidade de  $0,05 \text{ cm/min.}$  Os autores concluíram que a interação entre cimentantes e ligas metálicas mostrou que o cimento de policarboxilato de zinco e a liga de Ag-Sn propiciou maior resistência de união, e que para o cimento de ionômero de vidro, as ligas mostraram-se iguais entre si.

CHRISTENSEN<sup>09</sup>, em 1990, apresentou uma revisão da literatura abordando as vantagens e desvantagens, procedimento, indicações e contra-indicações clínicas dos cimentos de ionômero de vidro. As vantagens dos cimentos ionoméricos usados como agentes cimentantes são a atividade cariostática benigna através da liberação de íons fluoreto e as características do coeficiente de expansão térmica linear. Outros agentes cimentantes apresentam expansão e contração em níveis bem diferentes àqueles das estruturas dentárias, o que não ocorre com este tipo de cimento. As propriedades mecânicas do cimento de ionômero de vidro é comparável ao do



cimento de fosfato de zinco, no que diz respeito à resistência à compressão, tração e módulo de elasticidade. Outras vantagens descritas foram a união físico-química às estruturas dentárias, dando como consequência alto nível de retentividade mecânica. As principais desvantagens citadas foram a sensibilidade após cimentação, porém sem a necessidade de se fazer tratamento endodôntico; alta solubilidade em água nos estágios iniciais de geleificação, requerendo perfeito controle da umidade; e a alta viscosidade do líquido dificulta a sua manipulação. O autor conclui que este tipo de cimento é aceitável, desde que observadas as restrições inerentes ao material e o adequado controle de umidade.

MITRA<sup>41</sup>, em 1991, determinou as propriedades físicas dos cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina e sua adesão à dentina, comparando estes valores com aqueles dos cimentos ionoméricos convencionais. Dentes bovinos e humanos foram incluídos emacrílico e armazenados em água destilada a 5°C até serem desgastados para os testes. O cimento modificado Vitrebond (3M) e o convencional 3M Glass Ionomer Liner (3M) foram misturados separadamente, aplicados sobre uma área circular de 0,178 cm<sup>2</sup>. O cimento Vitrebond foi fotopolimerizado, por 30 segundos com um aparelho Visilux 2. Um agente de união (Scotchbond 2 –3M) foi aplicado sobre o cimento ionomérico e fotopolimerizado, seguido pela colocação de uma resina composta ( P-30 – 3M ) fotopolimerizada por 20 segundos. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C e a termociclagem foi feita com banhos entre 5° e 55°C. As amostras foram levadas a uma máquina de ensaio universal para o teste de cisalhamento a uma velocidade de 2 mm/min. Para as medidas

de força compressiva e de tração, cilindros de cimento Vitrebond foram confeccionados pela injeção do cimento em um cilindro de vidro. Para o teste de tração diâmetral, os cilindros mediam 1,5 mm de altura por 3,0 mm de diâmetro, sendo confeccionadas 12 amostras para o teste após 15 minutos, e seis amostras para uma hora, uma semana, um mês e sete meses da mistura e polimerização, e 50 amostras para o teste após o período de 24 horas. As amostras foram testadas em uma máquina de ensaio universal Instron. As amostras do cimento convencional foram preparadas de acordo com a especificação da ISO 7489, deixadas durante uma hora em estufa a 37°C e 100% de umidade relativa, retiradas dos moldes, e armazenadas em água destilada a 37°C pelos mesmos períodos descritos. A autora concluiu que a adesão do cimento híbrido fotopolimerizável à dentina bovina foi superior aquela do cimento convencional, com falhas do tipo coesivo e a termociclagem acima de 500 ciclos não afetou a união. A resistência à tração diâmetral do cimento ionomérico reforçado com resina foi maior do que a resistência encontrada para o cimento convencional. Esta força de tração não foi significativamente diferente em relação ao período de 1 ou 24 horas para o cimento híbrido, sendo 50% maior para o convencional.

HINOURA et al.<sup>22</sup>, em 1991 estudaram a influência do tratamento superficial e condições de fotopolimerização na força de união dos cimentos de ionômero de vidro à dentina. Os cimentos de ionômero de vidro usados neste estudo foram Vitrabond (3M Dental Products), XR Ionomer (Kerr/Sybron) e Fuji Lining LC (GC). Cada produto foi fotopolimerizado com seu respectivo aparelho. As superfícies incisais de dentes bovinos foram

desgastadas com lixa de carboneto de silício nº 240 até próximo ao corno pulpar, sendo incluídos em blocos de resina acrílica autopolimerizável com a face desgastada exposta. Em seguida, foram polidas com lixa nº 600, lavadas e secas com ar comprimido. Os seguintes tratamentos superficiais foram aplicados: (A) nenhum tratamento ("smear layer" intacta), (B) a superfície dentinária foi condicionada com ácido poliacrílico a 10% (Dentin Conditioner, GC) por 20 segundos e lavados com água corrente por 20 segundos, (C) a superfície dentinária foi condicionada com EDTA (Gluma 2, Bayer) por 30 segundos e lavados com água corrente por 20 segundos; e, (D) a superfície foi condicionada com Scotchprep (3M) por 30 segundos. Todos os corpos-de-prova foram secos com ar comprimido. Um molde de teflon com 1,5 mm de altura por 4 mm de diâmetro foi usado para dar forma e reter o material na superfície dentinária. Cada cimento ionomérico foi misturado, colocado no molde, comprimido com um peso de 500 gramas por 10 segundos e fotopolimerizado com o aparelho apropriado. Três experimentos foram feitos para o estudo da influência dos seguintes fatores na força de união à dentina: (1) efeito do tratamento superficial dentinário - a superfície dentinária foi tratada com os tratamentos de (A) a (D). O tempo de exposição a luz foi de 30 segundos e o intervalo de tempo entre a mistura do cimento e a irradiação da luz foi de 01 minuto; (2) o efeito do tempo de fotopolimerização - foram usados corpos-de-prova sem nenhum tratamento superficial. Os tempos de irradiação foram 05, 10, 20, 30, 40, ou 60 segundos e o intervalo de tempo entre a mistura do cimento e a fotopolimerização foi de 01 minuto; e (3) efeito do intervalo de tempo entre o início da mistura do cimento e a irradiação da

luz - os corpos-de-prova sem qualquer tipo de tratamento foram usados e o tempo de fotopolimerização foi de 30 segundos. O tempo percorrido entre o início da mistura e a exposição da luz foi de 01, 03, 05, 10, 20, 30 ou 60 minutos. Ao final, os cimentos foram deixadas geleificar durante 30 minutos à temperatura ambiente e então colocados em um recipiente contendo água destilada à 37°C para completarem 24 horas após o início da mistura. Dez corpos-de-prova para cada grupo foram submetidos ao teste de cisalhamento em uma máquina Instron à uma velocidade de 01 mm/minuto. Valores de cisalhamento (MPa) foram calculados pela força aplicada no momento da fratura do corpo-de-prova dividido pela área (0,1256 cm<sup>2</sup>). Os autores concluíram que a força de união aumentou com um maior tempo de irradiação da luz halógena e que este aumento se deve ao aumento da força coesiva deste cimento tanto em cisalhamento como em tracionamento. O tempo de irradiação após a qual nenhum aumento significativo ocorreu com a força de união foram 20 segundos de irradiação para o Vitrabond, 40 segundos para o XR Ionomer e 10 segundos para o Fuji Lining LC. O intervalo entre o início da mistura e a fotopolimerização também afetou a força de união diminuindo-a com o aumento do intervalo. Estudos futuros são necessários para se definir o mecanismo pelo qual estes materiais híbridos resina/ionômero unem-se à dentina em função das variáveis, como tratamento superficial, tempo de exposição, e tempo percorrido antes da fotopolimerização, na força de união destes ionômeros de vidro fotopolimerizáveis para serem completamente entendidos.

FICHMAN & QUIDI<sup>14</sup>, em 1991, através de revisão da literatura compararam os cimentos de fosfato de zinco, cimentos de ionômero de vidro e cimentos de policarboxilato de zinco, todos usados para cimentação de peças protéticas. Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro podia ser indicado para substituir o cimento de fosfato de zinco na cimentação de peças protéticas, graças à algumas propriedades por ele apresentadas, dentre as quais se destacaram adesividade, liberação de flúor e compatibilidade pulpar. Ressaltaram ainda a importância da observação da correta manipulação e correta seqüência clínica de cimentação, com o objetivo de se conseguir bons resultados.

OILO<sup>46</sup>, em 1991, fez uma revisão da literatura e comparou os cimentos para fixação. No estudo comparou forças, retenção, espessura de película, tempo de trabalho, solubilidade, sensibilidade inicial à água, biocompatibilidade e manipulação dos cimentos de fosfato de zinco, policarboxilato de zinco e ionômero de vidro, que se baseia na mistura do pó do cimento de silicato e do líquido do cimento de policarboxilato de zinco aproveitando as propriedades benéficas dos dois materiais. Muitos estudos têm mostrado que a força compressiva dos cimentos ionoméricos para cimentação de peças protéticas é alta. Uma importante diferença sobre força é que a reação de geleificação dos cimentos de ionômero de vidro continua por um longo tempo, aumentando sua força, entretanto, os dados apresentados mostraram algumas variações entre diferentes marcas de cimentos ionoméricos. A força necessária para remover coroas dos respectivos preparos foi estudada em uma série de coroas individuais cimentadas em terceiros

molares extraídos. O cimento de ionômero de vidro mostrou uma percentagem de 20 a 30% maior em retenção do que qualquer outro cimento estudado. Uma correlação possível tem sido estudada entre o tamanho da superfície oclusal no preparo e a força necessária para remover as coroas. Maior área oclusal pode contribuir para melhor retenção do que uma pequena área se uma força adesiva está presente. Nenhuma correlação foi encontrada e a conclusão foi que as propriedades adesivas não foram importantes para a retenção em coroas com preparo normal. No entanto, a geometria tradicional criteriosa como ângulos e profundidade da superfície axial e a rugosidade destas superfícies são os principais fatores para a retenção de coroas pelo cimento de ionômero de vidro, como para todos os demais cimentos. O autor concluiu que os cimentos de ionômero de vidro são uma alternativa onde critérios geométricos suficientes e normais para a retenção são impossíveis de se obter. As propriedades mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro são melhores do que dos outros cimentos.

MELLO CESAR & SALLUM<sup>39</sup>, em 1992, estudaram a etiologia e terapêutica da hipersensibilidade dentinária e afirmaram que cada odontoblasto tem um prolongamento que penetra perpendicularmente na dentina, formando os prolongamentos de Tomes. Esses prolongamentos vão se tornando mais longos a medida que a camada de dentina se espessa. Cada prolongamento determina a formação de um canalículo na matriz da dentina, os túbulos dentinários. Os prolongamentos de Tomes têm inicialmente um diâmetro de 3 a 4 micrômetros, tornando-se mais finos e ramificados perto da junção dentina-esmalte

WHITE et al.<sup>56</sup>, em 1992, estudaram a determinação da integridade marginal de restaurações fundidas cimentadas em dentes com cimentos adesivos. Quarenta e dois pré-molares humanos foram selecionados e armazenados em água a 37° C. Os preparos para coroa total foram feitos com brocas diamantadas, ficando o tronco de cone com uma angulação de 6° e uma altura de 4,0 mm. As margens cervicais vestibular e lingual foram colocadas em esmalte e as margens proximais, que terminavam em chanfro, em dentina e cimento. Foram feitas moldagens para obtenção de modelos, sobre o qual foram feitos casquetes em cera, posteriormente fundidos com liga à base de Ni-Cr (Rexillum III). Suas faces internas foram jateadas com óxido de alumínio 50 µm, antes de receberem um dos tipos de cimento estudados ( Thin Film Cement – Den-Mat; Thin Film Cement with Tenure – Den-Mat; Panavia Ex – Kuraray; Ketac-Cem – Espe; Flecks Zinc Cement – Mizzy e Durelon – Espe). Após o assentamento, as coroas foram colocadas sob carga axial constante de 6 Kg por 7 minutos e o excesso de cimento foi removido com um explorador. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 14 dias, quando foram levados a uma máquina de ciclagem térmica com banhos de 5° e 55° C, ficando 20 segundos em cada banho. Após 1.500 ciclos, foram submergidos em solução de nitrato de prata. Os resultados analisados mostraram que não há diferença estatisticamente significativa entre esmalte e dentina e que o cimento de ionômero de vidro ( Ketac-Cem Radiopaque – Espe) obteve um comportamento semelhante aos demais cimentos, com menor grau de infiltração (thin Film Cement with Tenure – Den-Mat). O aumento da retenção criado pelo agente cimentante através da

união aos íons metálicos do esmalte e dentina pode ser particularmente vantajoso, principalmente onde temos coroa clínica curta, preparos excessivamente cônicos, mínimas superfícies preparadas e outras configurações geométricas não favoráveis.

PAULILLO et al.<sup>47</sup>, em 1992, pesquisaram o condicionamento dentinário para verificação do melhoramento da resistência à tração de cimentos de ionômero de vidro restauradores. Sessenta dentes caninos humanos foram limpos com jato de bicarbonato de sódio e a coroa foi separado da raiz e incluída em resina acrílica. A face vestibular foi preparada através de desgaste feito com lixa nº 320 e 600, lavada e seca. Os tratamentos superficiais foram feitos com pasta de pedra pomes e pasta de pedra pomes + ácido poliacrílico 40%, sendo os cimentos colocados em contato com a dentina através de um molde de plástico. Após a presa inicial, os corpos-de-prova foram levados a uma estufa a 37°C e 100% de umidade relativa por 24 horas, quando foram levados à máquina de ensaio universal, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que não houve diferenças estatisticamente significantes na resistência à tração, e o cimento Chem-Fil II apresentou o maior valor de resistência.

KERBY & KNOBLOCH<sup>28</sup>, em 1992, compararam a força compressiva e a força de tração diametral dos cimentos de ionômero de vidro reforçados com liga de prata Ketac-Silver (ESPE Premier Dental Products) e o Fuji Miracle Mixture (GC International Corp.) e três convencionais Fuji II, Fuji II modificado e Shofu, com diferentes proporções pó/líquido, nos períodos de 1 e 24 horas. As instruções dos fabricantes foram cuidadosamente seguidas no



preparo da mistura padrão para cada cimento, com temperatura de  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Para o Ketac-Silver encapsulado foi usado um amalgamador em alta velocidade por 10 segundos. Cinco amostras cilíndricas (6 mm de diâmetro por 12 mm de altura) foram feitas de cada cimento para cada teste proposto, usando moldes de aço inoxidável lubrificado, ficando as amostras armazenadas em água destilada a  $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 1 hora e 24 horas respectivamente até serem levadas à máquina de teste universal para os ensaios, calibrada para uma velocidade de 1,0 mm/minuto para o teste de resistência compressiva e de 0,5 mm/minuto para o teste de resistência de tração diametral. Os autores concluíram que os cimentos ionoméricos Shofu, Miracle Mixture e o Fuji II melhorado tiveram resistência significativamente maior no teste de compressão do que os outros cimentos, e não houve diferenças significantes entre os cimentos no que se refere à resistência à tração diametral.

ELIADES & PALAGHIAS<sup>13</sup>, em 1993, avaliaram “in vitro” algumas propriedades mecânicas e ópticas, força de união à dentina e resina composta, eficiência de presa e adaptabilidade as paredes dentinárias sobre condições clínicas simuladas de dois cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina (Fuji Lining LC, GC; e Vitrebond, 3M) e um cimento ionomérico convencional (XR Ionomer, Kerr/Sybron). É esperado que este sistema de dupla cura melhore as propriedades físicas e mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro. Seis corpos-de-prova de cada material, medindo 4,0 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura, foram confeccionados para o teste de resistência à tração diametral. Antes do teste, as amostras foram armazenadas

em estufa a 37°C em 100% de umidade relativa por uma semana. Para os testes de adaptabilidade as paredes dentinárias, pré molares humanos foram extraídos e usados para a preparação de quatro cavidades classe I para cada material, com 3,0 mm em comprimento, 3,0 mm em largura e 3,0 mm em profundidade. Uma fina camada de cimento de ionômero de vidro foi colocado no assoalho pulpar e fotopolimerizado por 40 segundos, quando necessário. As margens de esmalte foram atacadas com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos, lavadas com água por 10 segundos e secas com ar comprimido por 10 segundos. O adesivo dentinário Scotchbond 2 (3m) foi usado antes do preenchimento da cavidade com a resina composta híbrida Herculite XR (Kerr/Sybron). As amostras foram armazenadas por uma semana em 100% de umidade relativa a 37°C em uma estufa e foram então seccionadas para a verificação em um microscópio de luz polarizada da adaptação às paredes dentinárias. Analisando os resultados, os autores concluíram que os cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina possui uma resistência a tração diametral estatisticamente superior àquela conseguida pelo cimento ionomérico convencional e que na verificação da adaptabilidade, fendas na interface ionômero de vidro/dentina foram estatisticamente maiores com o XR Ionomer (convencional). Além disso, os valores de propriedades mecânicas dos cimentos convencionais são baixos quando comparados com materiais ionoméricos que tenham em sua composição a incorporação do monômero resinoso 2-HEMA. Isto deve ser atribuído à habilidade deste monômero em equilibrar rapidamente a flexibilidade do material após a fotopolimerização dos grupos pendentes

metacrilato atacados pela cadeia de policarboxilato. A rede de polímero formada entre 2-HEMA e os grupos metacrilatos pendentes das frações ionizadas e não ionizadas do ácido poliacrílico reduz a taxa da reação ácido/base, aparentemente devido à um fenômeno de relação espacial de átomos na molécula. O baixo módulo de elasticidade da resina, que aparentemente reduz o módulo de elasticidade da fase de geleificação do cimento de ionômero de vidro, aumentando a resistência à propagação de trincas, possivelmente pela inibição do mecanismo formador de fendas.

BURGESS et al.<sup>08</sup>, em 1993, determinaram “in vitro” a resistência ao cisalhamento à dentina e à resina composta, assim como a força compressiva, módulo de elasticidade, força de tração diametral, fendas marginais e liberação de fluor de dois cimentos de ionômero de vidro reforçado com resina (Fuji Lining LC, GC e Vitrebond, 3M) com um cimento ionomérico convencional (Ketac-Bond Aplicap, Espe Premier). Para o teste de adesividade à dentina, 30 molares humanos hígidos foram selecionados e armazenados em água destilada. O Ketac-Bond encapsulado foi triturado usando amalgamador Varimix III e os materiais fotopolimerizados foram manipulados à mão, de acordo com as instruções dos fabricantes. Um pequeno incremento dos materiais foi colocado diretamente sobre a dentina e polimerizados por 60 segundos. Para os testes de resistência à tração diametral, 15 amostras cilíndricas de cada material foram confeccionadas em moldes de Teflon com 10 mm de comprimento por 4 mm de diâmetro, fotopolimerizados por 120 segundos enquanto estavam no molde e por mais 60 segundos, quando removidos. As amostras foram armazenadas em uma

estufa a 37°C por uma semana antes do teste numa máquina Instron. Os autores concluíram que a superioridade dos cimentos modificado por resina em relação aos convencionais deve-se às melhoras nas condições de manipulação, ser menos quebradiço quando dissecado e ter melhor controle do tempo de geleificação, fatores notadamente superiores, e que a resistência de união do cimento de ionômero de vidro convencional (Katec-Bond Aplicap) à dentina foi estatisticamente menor que aquela obtida com os cimentos ionoméricos reforçados com resina (Fuji Lining LC e Vitrebond), e as falhas foram todas coesivas. No teste de resistência à tração diametral, os resultados acima descritos se repetiram, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os cimentos reforçados com resina.

WHITE & YU<sup>57</sup>, em 1993, compararam a força compressiva e a força de tração diametral dos cimentos de ionômero de vidro, cimento de ionômero de vidro encapsulado, cimento de policarboxilato de zinco, cimento de ionômero de vidro reforçado com resina, cimento resinoso e adesivo à base de hidroxyapatita, em comparação com um cimento de fosfato de zinco, usado como controle. Todos os materiais foram preparados de acordo com as respectivas instruções dos fabricantes. Amostras cilíndricas de 12 mm de altura por 6 mm de diâmetro foram feitos em moldes cilíndricos de Teflon em uma atmosfera de 60% de umidade relativa a uma temperatura de 24°C. O cimento de ionômero de vidro em cápsulas foi misturado em um amalgamador mecânico. Três minutos após o início da mistura os moldes foram transferidos para ambiente de 100% de umidade relativa à 37°C, onde permaneceram por uma hora, quando foram armazenadas em água destilada à mesma temperatura

por mais 23 horas, até o momento dos testes laboratoriais efetuados em 10 corpos-de-prova para cada grupo, numa máquina programada para uma velocidade de 0,05 cm/minuto. Os autores concluíram que as forças compressiva e de tração diametral dos agentes de cimentação adesiva variaram largamente; cimento resinoso, cimento de ionômero de vidro reforçado com resina e cimento de ionômero de vidro em cápsula exibiram uma força de tração significativamente maior do que o cimento de ionômero de vidro convencional e de fosfato de zinco; o cimento de ionômero de vidro convencional teve resistência compressiva e resistência à tração diametral significativamente maior que o cimento de ionômero de vidro em cápsula fabricados pelo mesmo fabricante. Os diferentes aspectos da fratura por força compressiva sugeriu diferentes mecanismos de falha.

MITCHELL et al.<sup>40</sup>, em 1994, compararam o desempenho de quatro cimentos de ionômero de vidro para cimentação sobre condições de simulação clínica. Cento e quarenta raízes de incisivos de bovinos foram cortados 13 mm do ápice, dando uma raiz com dimensões similares àquelas de um incisivo central permanente humano. Os canais foram preparados para receberem núcleos metálicos fundidos em liga de Ni-Cr-Mb (Talladium V, Inglaterra), que foram jateados com óxido de alumínio de 50 µm. Os cimentos testados foram o cimento convencional Aqua-Cem, Dentsply; o cimento convencional encapsulado Fuji Cap I, GC; o cimento ionomérico resinoso Vitremer Restaurador, 3M; e um cimento experimental, baseado na química do Vitremer Restaurador, porém, desenvolvido exclusivamente para cimentação (EXL, 3M). Todos os cimentos manipuláveis foram proporcionados na

proporção recomendável pelos fabricantes, excluindo-se o cimento Vitremer Restaurador que foi manipulado com uma proporção pó/líquido menor, para dar ao cimento uma viscosidade a qual pudesse ser usada como agente cimentante. O Fuji Cap I foi misturado usando um amalgamador (ACMS, USA). Os cimentos misturados foram levados dentro do conduto radicular e então os núcleos foram posicionados. Em todo o tempo de trabalho as amostras permaneceram a 20°C e 100% de umidade relativa. Vinte e quatro horas depois os núcleos foram tracionados usando uma máquina de teste mecânico (JJ Instruments, Inglaterra) numa velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que o melhor cimento no que concerne à resistência à tração foi o cimento experimental EXL, seguido pelo Vitremer, Aqua-Cem e Fuji Cap I, tendo diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5% entre todos os grupos de cimentos estudados, mesmo com união química ao dente efetiva a todos.

MASON & FERRARI<sup>35</sup>, em 1994, descreveram que muitas pesquisas têm sido feitas para avaliar a capacidade retentiva dos cimentos de ionômero de vidro à dentina, tendo como certo que esses materiais impermeabilizam a superfície dentinária, prevenindo-a da contaminação bacteriana recidivante, toxinas bacterianas e fluidos bucais, que podem comprometer as restaurações. Os autores examinaram os problemas inerentes a capacidade de união dos cimentos de ionômero de vidro à dentina, comparando a restauração de cavidades classe V “in vivo” com estudos de outros autores “in vitro”. Para o trabalho “in vivo”, 20 dentes vivos foram usados sendo 10 incisivos inferiores e 10 superiores e caninos, todos com doença periodontal irreversível e 10 pré-

molares extraídos por motivos ortodônticos para o estudo “in vitro”. Cavidades classe V foram preparadas com brocas diamantadas com diâmetro de 2 mm, refrigeradas com água, ficando suas margens cervical em dentina e cemento, e oclusal em esmalte biselado. Na cimentação, os dentes receberam isolamento absoluto e o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, quando foi lavado e seco com ar. As cavidades foram limpas com Tubulicid (Dental Therapeutics) aplicado por 30 segundos para remoção da “smear layer”, mas sem remoção dos “smear plugs” que devem permanecer tamponando os túbulos dentinários, e secas com ar sem dissecação. O cimento de ionômero de vidro reforçado com resina Vitremer, 3M foi imediatamente aplicado como forramento da cavidade. O agente de união Scotchbond 2, 3M foi então aplicado e fotopolimerizado, sendo a restauração confeccionada com a resina composta de micro carga Silux Plus, 3M, a qual foi aplicada em encrementos e fotopolimerizada. O acabamento e polimento das restaurações foram feitos com discos de lixa Sof-Lex 3M. Os dentes restaurados foram extraídos 3 ou 6 meses após os procedimentos e imersos em soro fisiológico por 3 a 7 dias. O ápice das raízes foi protegido com verniz e os dentes imersos em azul de metileno a 2% por 48 horas. Após a lavagem em água corrente, os dentes foram incluídos em resina e seccionados no eixo longitudinal para dividir a restauração em duas partes, sendo uma replicada para observação em microscopia eletrônica de varredura e a outra observada em microscopia óptica para avaliação do grau de microinfiltração. Os autores concluíram que não houve nenhum traço de corante abaixo do forramento de cimento de ionômero de vidro nas restaurações feitas “in vivo”, mesmo naquelas amostras

que o corante penetrou abaixo das restaurações de resina composta. Todas as restaurações com margem cervical em dentina mostraram penetração da tinta nesta interface até o nível em que a dentina foi coberta com cimento ionomérico. No presente estágio de pesquisa, os cimentos ionoméricos podem ser considerados como materiais capazes de selar efetivamente a dentina, impedindo a penetração de agentes químicos, físicos e bacteriológicos nos túbulos dentinários.

NAVARRO et al.<sup>44</sup>, em 1994, fizeram comentários a respeito do cimento de ionômero de vidro, relatando o que é preciso saber a respeito desse material, as inovações, vantagens e desvantagens. Classificaram os cimentos ionoméricos como do tipo I, para cimentação de peças protéticas e dispositivos ortodônticos sendo exemplos deste tipo de material o Ketac Cem-Espe, Fuji I-GC, Shofu I-Shofu, Vidrion C-SSWhite. Segundo os autores, os cimentos de ionômero de vidro são materiais críticos de se trabalhar, por isso há necessidade do conhecimento de suas propriedades, sendo que possuem boa resistência a compressão, porém baixa resistência a tração diametral. A manipulação destes cimentos deve ser muito criteriosa e, sempre que possível, a inserção deve ser feita com seringa tipo Centrix. As principais vantagens do uso dos cimentos ionoméricos são as suas propriedades de adesividade, liberação de flúor, coeficiente de expansão térmica próxima ao do dente e biocompatibilidade pulpar.

TYLER et al.<sup>54</sup>, em 1994, mensuraram “in vivo” a força de união de um cimento de ionômero de vidro aderido à dentina recém cortada e compararam os resultados com aqueles obtidos em condições de teste “in vitro”, em vinte



incisivos centrais superiores de macacos Rhesus. As superfícies vestibulares dos dentes foram preparadas com broca em alta rotação e refrigerada a água. Um cimento de ionômero de vidro forrador (GC) foi preparado conforme instruções do fabricante e colocado em contato com dentina exposta. Um botão lingual ortodôntico de 4,0 mm X 3,5 mm foi tratado com jateamento de óxido de alumínio e colocado em uma solução de 50% por volume de ácido nítrico quente por 2 minutos, lavados com acetona e água destilada e secos, antes da fixação ao dente. Depois de 4-5 minutos um verniz foi colocado ao redor da circunferência do botão para prevenir contaminação pelo ambiente bucal. Os dentes foram extraídos uma hora depois e armazenados em 100% de umidade relativa a 37°C por 23 horas, perfazendo um total de 24 horas do início da mistura até o momento do teste. A força de união à tração do cimento de ionômero de vidro foi registrada e a força necessária para causar a ruptura da união foi medida em kg.. Os dentes foram removidos da máquina e retornados ao ambiente com 100% de umidade relativa a 37°C. A fase experimental "in vitro" foi feita uma semana após o término do fase "in vivo", utilizando a mesma metodologia usada na fase anterior da pesquisa. Os autores concluíram que a força de união à tração do cimento de ionômero de vidro para forramento aplicado à dentina "in vivo" é mais fraca que a força de união à tração do mesmo cimento aplicado ao dente desvitalizado, e que as falhas de união foram coesivas.

BERRY & POWERS<sup>07</sup>, em 1994, compararam a força de união ao cisalhamento de cimentos de ionômero de vidro aderidos à dentina radicular e coronária, sobre diferentes condições de preparo da superfície. Terceiros

molares hígidos humanos com raízes largas foram armazenadas em 10% de formalina tamponada. Cada dente foi seccionado longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual, sendo as duas partes distintas mésio-distal, armazenadas em água dionizada. As secções foram incluídas em resina acrílica e separadas aleatoriamente em seis grupos de 10 amostras cada. Um terço das amostras não recebeu nenhum tipo de tratamento, um terço foi tratada com 40% de ácido poliacrílico por 20 segundos e o restante, com 25% de ácido poliacrílico por 20 segundos. A secagem das superfícies dentinárias foi feita com cotonetes para não dissecar a dentina. Dois cimentos de ionômero de vidro Espe foram usados, sendo o Ketac-Bond Aplicap uma base e o Ketac-Cem Maxicap um agente cimentante. Um tronco de cone de cimento ionomérico, de 3,0 mm de diâmetro de base, foi unido a cada amostra. Todas as amostras foram armazenadas em 100% de umidade relativa e 37°C por 24 horas, antes do teste de resistência de união ao cisalhamento. Os autores concluíram que todas as falhas de união foram coesivas e a força de união ao cisalhamento do agente cimentante foi maior na dentina radicular, enquanto a força de união dos cimentos ionoméricos foi maior após o tratamento da superfície dentinária com ácido poliacrílico a 25% ou a 40%, quando comparados a dentina sem qualquer tratamento.

RODRIGUES & MUENCH<sup>50</sup>, em 1994, estudaram a retentividade do cimento de ionômero de vidro à dentina e à ligas metálicas. Corpos-de-prova de dentina e de ligas metálicas foram cimentadas entre si e submetidos à ensaios de tração. Foram usadas duas ligas metálicas sendo uma à base de níquel-cromo (Durabond), indicada para trabalhos metalocerâmicos e outra

liga à base de cobre-alumínio (Duracast). Foram usadas duas marcas de cimento (Ketac-Cem, ESPE e Vidrion C, S.S.WHITE). Para os ensaios com a dentina foram usados dentes extraídos e o cimento ionomérico Vidrion C. As superfícies metálicas eram jateadas ou polidas. Os ensaios em dentina ou metais foram feitos após 24 horas de imersão em solução fisiológica a 37°C e depois de 25 dias de imersão nas mesmas condições, porém com ciclagem térmica intercalando banhos de entre 5 e 60°C, perfazendo ao todo 540 ciclos de dois minutos cada um. Os autores concluíram que a resistência de união dentina-ionômero de vidro foi baixa, mas não foi influenciada pela longa armazenagem com ciclagem térmica. Em geral, a liga de níquel-cromo em relação a de cobre-alumínio, o cimento Ketac-Cem em relação ao Vidrion C e a superfície rugosa em relação a lisa, apresentaram maior retentividade entre metal e ionômero e que a imersão prolongada com ciclagem térmica, com exceção da combinação liga níquel-cromo com cimento Ketac-Cem, reduziu praticamente a zero a retentividade nas superfícies lisas.

CONTI & MUENCH<sup>11</sup>, em 1995, estudaram a resistência ao dobramento e adesividade à dentina de cimentos de ionômero de vidro. Os materiais empregados neste trabalho foram Vidrion F (S.S.WHITE), Ketac-Bond (ESPE) e Vitrebond (3M), nas proporções pó/líquido de 1/1 recomendada pelos fabricantes, e de 1,5/1. Os corpos-de-prova para o teste de resistência coesiva foram confeccionados em uma matriz bipartida quadrada com 2,5 mm de aresta e de 8,0 mm de comprimento, e os corpos-de-prova para o teste de resistência à união foram feitos colando cilindros de dentina com os referidos cimentos. A armazenagem dos corpos-de-prova foi feita em

soro fisiológico por 24 horas a 37°C. Porém para o ensaio de retentividade, a imersão foi nas mesmas condições, por um período de seis semanas, com ciclagem térmica entre 5 e 55 °C. Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro reforçado com resina apresentou cerca de 5 vezes maior resistência coesiva que o cimento convencional; que a proporção pó/líquido não influenciou na resistência mecânica dos ionômeros estudados; com a proporção 1/1, e que o cimento ionomérico com resina apresentou retentividade à dentina significativamente maior que os ionômeros convencionais.

MOUNT<sup>43</sup>, em 1995, efetuou um levantamento bibliográfico de algumas propriedades físicas e biológicas dos cimentos de ionômero de vidro. Verificou que a união química entre a estrutura do dente e o cimento de ionômero de vidro foi considerada como uma permuta iônica. O mecanismo não foi totalmente compreendido, mas alguns autores confirmaram a teoria e melhoraram a sua compreensão. Algumas evidências sugeriram que a superfície do dente restaurada com uma coroa fixada com cimento de ionômero de vidro não apresentaria sensibilidades porque os túbulos dentinários permaneceriam tamponados pela camada de permuta iônica. Também foi descrito que muitos dos recentes problemas ocorreram por causa da extrema confiança que foi colocada na adesão e na permuta iônica. Novas versões de cimento ionomérico foram desenvolvidos com altas propriedades físicas, esperando ser capaz de suportar esforços oclusal por um razoável período de tempo. Em conclusão, os cimentos de ionômero de vidro são os

materiais de escolha para um paciente com alto índice de cáries e para muitas restaurações subgengivais.

Segundo o MANUAL de PERFIL TÉCNICO do PRODUTO 3M Vitremer<sup>33</sup> (1995), a resistência à compressão e tração diametral de cimentos de ionômero de vidro, inclusive o Vitremer para cimentação, apresenta-se moderada, e, além disso, pode-se considerar a adesão do cimento ionomérico Vitremer para cimentação similar a dos outros tipos de cimentos de ionômero de vidro.

SIDHU & WATSON<sup>51</sup>, em 1995, verificaram numa revisão da literatura as propriedades dos cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina, notando que nos últimos anos houve grandes modificações nestes materiais, principalmente na composição com a adição de vários materiais fotopolimerizáveis, com o intuito de sobrepor os problemas de sensibilidade à umidade e baixa resistência mecânica inicial dos cimentos de ionômero de vidro convencionais e ao mesmo tempo manter suas vantagens clínicas. Nos novos materiais, a reação fundamental de geleificação ácido/base é suplementada por um segundo processo de cura fotopolimerizável. Em sua forma mais simples, estes são cimentos ionoméricos com adição de uma pequena quantidade de uma resina como o hidroxyetil metacrilato (HEMA) ou o ácido glicedil metacrilato (Bis-GMA). A atual formulação varia entre os fabricantes mas a quantidade de resina em materiais restauradores pode ser em torno de 4,5% a 6% e em maiores quantidades em materiais forradores. Os primeiros materiais a serem desenvolvidos e comercializados foram agentes forradores, sendo a versão restauradora e cimentante desenvolvidos

posteriormente. Os verdadeiros cimentos ionoméricos reforçados com resina são um sistema de duas partes: uma reação ácido/base e uma adesão baseada na difusão entre superfícies dentais e o cimento e, por último a continuação do lixiviamento de fluoretos. A reação de geleificação dos verdadeiros cimentos ionoméricos reforçados com resina é um mecanismo dual, que é a usual reação ácido/base começando no início da mistura do material, e um radical livre ou processo de polimerização fotoquímica similar ao que ocorre com a resina composta na aplicação de uma fonte de luz, porém, se iniciadores químicos estão inclusos, a reação de polimerização começa na mistura. A presa inicial destes materiais é devida à formação de uma matriz polimerizada na reação dos radicais livres, enquanto a reação ácido/base forma uma matriz iônica que endurece e fortalece a matriz já formada.

GERDULLO et al.<sup>19</sup>, em 1995, estudaram a resistência à compressão e à tração diametral de cimentos de ionômero de vidro indicados para cimentação: Ketac-Cem (ESPE), GC Fuji I (GC DENTAL INDUSTRIAL CORP.) e Shofu I (SHOFU INC.), nos períodos de 1h, 24h e 1 semana contados a partir do início da mistura. Para cada período, oito amostras de 12 mm de altura por 6 mm de diâmetro foram testadas. Tais amostras foram confeccionadas à temperatura de  $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , com placa de vidro para espatulação resfriada e seca, e manipulação de acordo com as instruções dos fabricantes. Após manipulação, os materiais eram colocados em seringas plásticas e inseridos em matrizes de aço inoxidável, previamente isoladas com vaselina. Os corpos-de-prova acondicionados nas matrizes foram armazenados por uma hora em estufa a  $37^{\circ}\text{C}$ . Outros corpos-de-prova foram retirados das

matrizes e colocados em recipientes de plástico com 20 ml de água destilada e mantidos em estufa até completarem o seu período de armazenamento. Todos os testes foram realizados em uma máquina de ensaio universal Kratos a uma velocidade de 1 mm/minuto. Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro Shofu I foi o material que melhor se comportou perante os testes de resistência à compressão. Entretanto, nos testes de resistência à tração diametral não houve diferença estatisticamente significativa entre Shofu I e Fuji I, onde o Ketac-Cem foi estatisticamente inferior aos outros materiais estudados, nos dois testes realizados.

MOMOI et al.<sup>42</sup>, em 1995, testaram a hipótese da adição de resinas aos cimentos de ionômero de vidro melhorar propriedade flexural, e as propriedades que poderiam resultar em menor deterioração marginal e superficial, após exposição ao esforço mecânico. Para o teste flexural, quatro cimentos de ionômero de vidro modificados por resina ( Fuji II LC e Fuji Lining LC - GC, Photac-Fil Aplicap e Photac-Bond Aplicap - Espe ) foram comparados com quatro cimentos de ionômero de vidro convencional ( Fuji II e Fuji Lining Cement - GC, Ketac-Fil Aplicap e Ketac-Bond Aplicap - Espe ). Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes, levados a um molde de polipropileno ( 2 X 2 X 25 mm ) e posicionados entre duas placas de vidro, cobertas com tiras matriz de poliéster. Para o cimento convencional, as tiras matrizes foram retiradas após 10 minutos do início da mistura e as superfícies expostas das amostras foram vernizadas (Fuji Varnish - GC), e armazenadas em estufa a 37°C, em 100% de umidade relativa por 20 minutos. Os cimentos híbridos foram confeccionados da mesma forma,

com a ativação de luz feita com um aparelho Luxor 400 ( ICI ) por 120 segundos ( 60 segundos de cada lado ). Em seguida, as matrizes foram removidas e as superfícies das amostras invernizadas. As amostras foram armazenadas por 20 minutos a 37°C e 100% de umidade relativa, antes da remoção dos moldes. O primeiro teste flexural foi feito 30 minutos após a mistura. As amostras testadas em 24 horas e 3 meses foram armazenadas em água destilada a 37°C. Os testes foram feitos usando uma máquina de ensaio universal Autograf ( Japão ) de acordo com o método de três pontos. Com a análise dos resultados, os autores concluíram que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina são significativamente mais fortes e mais resilientes que os materiais que se geleificam através da reação ácido/base.

THONEMANN et al.<sup>52</sup>, em 1995, compararam “in vitro” a integridade marginal de “inlays” cerâmicas unidas à dentina com cimento de ionômero de vidro reforçado com resina em restaurações assentadas em cavidades com margens inteiramente localizadas ou não no esmalte. Cavidades de classe II foram preparadas em 42 dentes molares humanos extraídos, os quais tinham sido armazenados em 0,1% de solução de timol, limpos com pedra pomes, montados em resina acrílica e armazenados em soro fisiológico 0,9% por uma semana antes da cimentação da coroa. Trinta e seis cavidades foram estendidas 0,5-1,0 mm abaixo da junção cimento/esmalte e seis cavidades foram deixadas em esmalte. Um cimento de ionômero de vidro Ketac Bond (Espe) foi aplicado como uma base em todas as cavidades. Os cimentos foram fotopolimerizados e os excessos removidos. As amostras foram armazenadas em soro fisiológico por 24 horas e então submetidas a ciclagem térmica ( 5° e



55°C; 5.000 ciclos ) e ciclos mecânicos. Réplicas foram preparadas antes e após a ciclagem térmica e uma análise da penetração da tinta para avaliar a integridade marginal na superfície e dentro da cavidade foram feitas. Os autores concluíram que os melhores resultados foram alcançados quando o término do preparo das coroas “inlays” estavam em esmalte sadio, seguidos das restaurações fixadas com cimento Syntac, Dyract, Vitremer e Fuji II LC, porém sem diferença estatisticamente significativa.

MARTINS<sup>34</sup>, em 1995, estudaram a resistência à tração de coroas totais metálicas fundidas, cimentadas em dentes humanos, utilizando ou não cimento provisório a base de óxido de zinco e eugenol (Temp Bond – Kerr, e Temp Bond NE - Kerr) antes da cimentação definitiva realizada com três tipos de cimentos odontológicos, sendo o cimento de fosfato de zinco o Cimento de Zinco – S.S.White, o cimento de ionômero de vidro experimental Glass Ionomer For Luting – 3M, e o cimento resinoso Porcelite Dual Cure – Kerr. Quarenta e cinco dentes foram preparados para confecção de coroa total com aproximadamente 8° de expulsividade cervico-oclusal, que foram fundidas com liga à base de Ni-Cr Durabond Universal e cimentadas provisoriamente com cimento contendo ou não eugenol. Após 24 horas, as coroas foram removidas e rigorosa limpeza foi realizada para cimentação definitiva com um dos três cimentos definitivos. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo cimentado provisoriamente com cimentos provisórios e o grupo controle, sem cimentação provisória; e que houve diferenças estatisticamente significativa apenas entre os grupos de cimentos definitivos.

ATTIN et al.<sup>04</sup>, em 1996, estudaram a força de união à tração dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (Fuji II LC-GC, Vitremer-3M, e Photac-Fil- Espe ), resinas composta modificadas por poliácido ( Variglass- DeTrey, Dyract- DeTrey, e Ionosit Fil - DMG ), resina composta híbrida (Blend-a-lux, Blendax) e cimento de ionômero de vidro convencional ( ChemFil Superior- DeTrey), unidos ao esmalte condicionado ou não. Os fabricantes recomendaram ataque ácido do esmalte com ácido fosfórico a 37% para Blend-a-lux, Ionosit Fil, Dyract e Variglass. O condicionamento para o Vitremer consiste em ácido póliacrílico e HEMA, sendo que os condicionadores dos outros materiais continham apenas ácido poliacrílico. Oitenta incisivos sadios bovinos foram extraídos e armazenados a temperatura ambiente em solução de cloreto de sódio a 0,9% por uma semana antes da preparação dos testes de união. As raízes foram separadas e somente as coroas dos dentes foram incluídas em resina com exceção da face vestibular, que foi desgastada sem atingir o tecido dentinário. O esmalte foi lavado com água destilada e seco com ar. Dez amostras foram usadas para cada material, sendo cinco condicionadas e cinco não. Um molde com 4,0 mm de altura e 4,3 mm de diâmetro foi usado para confeccionar o cilindro a ser tracionado. Os materiais híbridos foram aplicados em dois incrementos de 2,0 mm e cada um fotopolimerizado por 60 segundos. O material convencional foi deixado geleificar por 5 minutos e subsequentemente invernizado com Chemfil Varnish (DeTrey). Todas as amostras foram armazenadas em água a 37°C por 24 horas antes do teste, realizado numa máquina de ensaio universal com uma velocidade de 1 mm/min. Os autores concluíram que os cimentos de

ionômero de vidro modificados por resina e as resinas compostas modificadas por poliácidos demonstraram maior força de união quando comparados com o cimento de ionômero de vidro convencional.

WILSON<sup>58</sup>, em 1996, relatou como surgiram os cimentos de ionômero de vidro e seu estágio atual. Começou em 1964 com o estudo para melhorar a contração do cimento de silicato, abordando a química dos componentes deste material que já era usado há 50 anos. Naquele momento, a visão aceita foi de que o cimento de silicato endurecia através da formação de uma sílica gel. Os experimentos de lixiviamento mostraram que fosfato de cálcio e alumínio formava parte da matriz do cimento. Sabendo-se que o fosfato poderia desempenhar um papel na geleificação, o cimento de silicato poderia ser melhorado pela recolocação de ácido fosfórico, e ácidos quelantes menos agressivos, que poderiam também interagir com a apatita. Uma solução de ácido poliacrílico também foi usado com resultados não muito aceitáveis. As modificações nas porcentagens e formulações dos pós e soluções, efetuadas em 1968, mostraram que o vidro de fluor-cálcioalumino-silicato, podia resultar na melhora da relação entre as propriedades físicas e composição química destes vidros. Assim, aparentemente o controle da reatividade do vidro seria também a presa do cimento dental, além da proporção e componentes da solução. Os estudos com solução de ácido poliacrílico determinaram um cimento de geleificação lenta, porém com pontes covalentes ( as pontes poliméricas ), em adição às uniões iônicas do cimento ao dente. Sendo assim, usando vidros de fluor-aluminosilicato mais reativos, formou-se

cimentos com soluções de ácido poliacrílico. O cimento de ionômero de vidro recebeu o nome de ASPA ( AluminoSilicate PolyAcrylic acid ).

NEDER et al.<sup>45</sup>, em 1996, estudaram “in vitro” a resistência da união à tração, do cimento de ionômero de vidro Ketac-Cem e do cimento resinoso Comspan às ligas de Ni-Cr; sob influência da ciclagem térmica na resistência adesiva e a interface de rompimento da adesão (dentina-cimento, cimento-metal ou mista). Foram fundidas 52 peças com superfície circular plana em liga metálica Ni-Cr (Litecast B), jateadas com óxido de alumínio e fixadas na superfície oclusal desgastada de dentes humanos, com lixas de granulação 180 e 220 sob refrigeração. Os dentes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável e as peças metálicas cimentadas seguindo as instruções dos fabricantes. Após aplicação do cimento nas peças, o conjunto dente/peça foi submetido a uma carga constante de  $6 \text{ Kg/cm}^2$  de compressão por 3 minutos. Após 24 horas de armazenagem em soro fisiológico em estufa a  $37^\circ\text{C}$ , metade dos corpos-de-prova de cada grupo foi submetido à ciclagem térmica, ficando o restante sem nenhum tratamento. Após, 700 ciclos térmicos com temperaturas de 5 a  $55^\circ\text{C}$  com tempo de banho de 1 minuto, os corpos-de-prova foram novamente armazenados em água destilada em estufa a  $37^\circ\text{C}$  por mais 36 horas. Os 52 corpos-de-prova foram então submetidos ao teste de tração em uma máquina de ensaios mecânicos Emic com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram maior resistência de união para os corpos-de-prova fixados com o cimento resinoso Comspan. A ciclagem térmica afetou a capacidade adesiva, principalmente do cimento resinoso Comspan,

predominantemente aderido à liga, enquanto que o cimento Ketac-Cem à dentina.

FRITZ et al.<sup>16</sup>, em 1996, investigaram “in vitro” a força de união ao esmalte e dentina humanos de quatro cimentos de ionômero de vidro modificados com resina (Dyract da Dentsply, Fuji II LC da GC, Photac Fil da ESPE e Vitremer da 3M), um cimento de ionômero de vidro convencional tipo II (Ketac-Fil da ESPE) e um sistema de resina composta híbrida (Pekafill da BAYER) usado como controle. Os materiais foram testados após cinco intervalos de armazenagem em água. A hipótese foi de que a armazenagem em água poderia ter um efeito adverso na força de união dos cimentos de ionômero de vidro modificados com resina. O trabalho foi feito em ambiente laboratorial à temperatura de  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $50 \pm 5\%$  de umidade relativa. Para determinar a força de resistência ao cisalhamento ao esmalte e dentina, os dentes coletados foram armazenados em uma solução de 1% de cloramine por no máximo três meses após a extração. Estes foram incluídos em resina epóxica e desgastados com lixas de carboneto de silício nº 240, 320, 400 e 600 até exposição de esmalte ou dentina apropriados para a união do material restaurador. Seguido dos respectivos pré-tratamentos dos sistemas restaurativos, os cinco materiais fotopolimerizáveis sofreram irradiação de acordo com as instruções dos fabricantes. Corpos-de-prova de cimento de ionômero de vidro convencional Ketac-Fil, foram armazenados no molde durante a geleificação inicial de 8 minutos a 100% umidade relativa. Imediatamente após a fotoativação ou armazenagem do Ketac-Fil, os corpos-de-prova foram imersos em água deionizada a  $37^\circ\text{C}$ . Foram feitos cinco

corpos-de-prova para cada material para esmalte e dentina, e para cada tempo de armazenagem: 24 horas, 1 semana, 1 mês, 3 meses e 6 meses. Os autores concluíram que os cimentos de ionômero de vidro modificados com resina composta obtiveram uma posição intermediária entre o cimento de ionômero convencional e a resina composta, tanto em esmalte quanto em dentina, devida a retentividade melhorada por não se manifestar fratura coesiva. O Vitremer apresentou uma baixa força de união inicial no esmalte, entretanto a força de união aumentou após um mês; na dentina, a força de união foi apenas moderada. A força de cisalhamento dos cimentos de ionômeros de vidro modificados por resina não foi afetada pela armazenagem em água, em 6 meses.

ATTIN et al.<sup>05</sup>, em 1996, avaliaram a maturação, microdureza superficial, força compressiva, força flexural, módulo de elasticidade e abrasão por escovação de quatro cimentos de ionômero de vidro modificados por resina ( Photac-Fil, da Espe; Ionosit Fil, da Espe; Vitremer, da 3M e Fuji II LC, da GC ) e duas resinas composta modificadas por poliácidos ( Dyract e Variglass VLC, da De Trey Dentsply). As propriedades dos materiais foram comparadas com as de uma resina composta híbrida ( Blend-a-Lux, da Blendax ) e com um cimento de ionômero de vidro convencional ( ChemFil Superior, da De Trey Dentsply ). Todos materiais foram preparados de acordo com as instruções dos fabricantes e os materiais fotopolimerizáveis foram ativados com um aparelho Optilux 400. Todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C, por 24 horas enquanto os de cimento de ionômero de vidro convencional foram invernizados e armazenados em

100% de umidade relativa, por 24 horas. Os autores concluíram que todos os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina exibiram resistência à força compressiva maior do que os cimentos convencionais, porém, menores do que a resina composta híbrida. O módulo de elasticidade da resina composta híbrida e do cimento de ionômero de vidro convencional foram maiores que dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e que as resinas compostas modificadas por poliácidos.

YAP<sup>61</sup>, em 1996, quantificou a água absorvida de seis cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina ( Variglass-Dentsply, Fuji II LC e Fuji Lining LC-GC, Vitrebond e Vitremer-3M e Photac bond-Espe ) e uma resina composta usada como controle ( Z-100 ) e investigou a possibilidade da influência do tempo de armazenagem e conteúdo de resina na absorção de água. As amostras foram confeccionadas preenchendo um molde anelado com 15 mm de diâmetro por 1 mm de espessura com os materiais manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os moldes foram comprimidos entre duas placas de vidro para o extravasamento do material e então fotopolimerizadas, pelo tempo de exposição recomendado. Imediatamente após a irradiação, as amostras foram removidas dos moldes e colocadas em uma estufa a 37°C por 15 minutos, quando foram removidas e lixadas com lixa de papel de granulação 1000. Cinco corpos-de-prova foram confeccionados para cada tipo de produto e tempo de armazenagem. As amostras foram então transferidas a um dissecador à 37°C por 22 horas quando a temperatura foi abaixada para  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ . Após duas horas, foram pesadas por uma balança eletrônica com precisão de 1 mg ( A & D-Japao).

Este ciclo foi repetido até que uma massa constante fosse obtida. O diâmetro e espessura no centro das amostras e em quatro pontos equidistantes foram medidos, usando um calibrador eletrônico e digital e o volume foi calculado em milímetro cúbico. As amostras foram colocadas em água a 37°C por uma semana e um mês em pesa filtro individuais. Após este período, as amostras foram removidas, lavadas em água, secas com papel e jato de ar por 15 segundos e pesadas. A massa foi registrada e as amostras foram recondicionadas a uma massa constante através da dissecação como descrito anteriormente. Os autores concluíram que a resina composta Z-100 teve um absorção de água significativamente menor que todas os cimentos ionoméricos reforçados com resina avaliados e que o cimento Vitremer teve uma baixa absorção de água comparativamente aos outros cimentos ionoméricos estudados.

DOERR et al.<sup>12</sup>, em 1996, compararam os efeitos da termociclagem na microinfiltração de cimentos de ionômero de vidro convencional restaurador e reforçado com resina. Trinta dentes terceiros molares humanos extraídos foram raspados, limpos com pedra pomes e armazenados em cloramine T<sup>a</sup> a 0,5% à temperatura ambiente. Cavidades de classe V com 1,5 mm de profundidade axial, 4,0 mm de largura mesiodistal e 3,0 mm de altura oclusogengival foram feitas nas faces vestibular e lingual de cada dente, com brocas em alta rotação refrigeradas a água. Uma cavidade foi restaurada com Ketac-Fil Aplicap (cimento convencional), sendo a dentina condicionada por 10 segundos com Ketac-Conditioner, lavada com água por 30 segundos e seca com ar por 5 segundos. O Ketac-Fil foi misturado por 10 segundos a uma



velocidade de 4000 ciclos por minuto em um misturador Kerr. Após o preenchimento da cavidade, uma matriz metálica foi adaptada sobre o preparo e um protetor de superfície resinoso (Ketac-Glaze) foi aplicado ao redor da periferia da matriz para evitar dissecação. A matriz foi removida após 7 minutos da fotopolimerização por 10 segundos com um aparelho Optilux 400e a restauração foi polida com discos de lixa Sof-Lex (3M) e Ketac-Glaze adicional foi aplicado e fotopolimerizado sobre a restauração. A outra cavidade foi restaurada com o cimento de ionômero de vidro reforçado com resina Photac-Fil Aplicap (Espe), misturado a uma velocidade de 4200 ciclos por minuto por 15 segundos usando o misturador da Kerr. A dentina foi condicionada com Ketac Conditioner por 10 segundos, lavada com água por 30 segundos e seca com ar por 5 segundos. Após o preenchimento da cavidade, uma tira de matriz foi adaptada sobre a mesma e o material restaurador fotopolimerizado por 40 segundos com um aparelho Optilux 400, sendo a matriz removida e a restauração foi novamente fotopolimerizada por mais 20 segundos. O acabamento foi feito com discos de lixa Sof-Lex e Ketac-Glaze foi aplicado e fotopolimerizado por 10 segundos. As amostras foram armazenadas em água destilada a temperatura ambiente por 7 dias. Antes da termociclagem, o Ketac-Glaze foi removido das restaurações com disco Sof-Lex refrigerado a água para expor as margens das restaurações. Metade das restaurações foram aleatoriamente selecionadas e termocicladas por 2.500 ciclos entre banhos de 5° e 55°C com um intervalo de 5 segundos entre eles. Os ápices das raízes foram selados com esmalte vermelho, as superfícies oclusais foram atacadas com ácido fosfórico a 37% e seladas com

selante para fósulas e fissuras. As superfícies das amostras remanescentes foram cobertas com duas camadas de esmalte vermelho até 1,5 mm das margens das restaurações, antes da imersão em azul de metileno 5% por 5 horas. As amostras foram escovadas por 30 segundos com uma escova dental sobre água corrente e armazenada em água destilada por 24 horas. As amostras foram incluídas em resina acrílica e seccionadas longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual com um aparelho (Isomet), sendo imediatamente examinadas usando um microscópio estereobiocular (x64). Os dados foram analisados e os autores concluíram que nenhum material termociclado ou não teve um efeito estatisticamente significativo na penetração do corante, porém, diferenças estruturais da dentina onde os preparos foram efetuados, tais como nível de calcificação, espessura da camada de "smear layer" e dureza superficial, podem influir negativamente na resistência à tração, quando sob ação da ciclagem térmica.

FRUITS et al.<sup>17</sup>, em 1996, descreveram as reações de presa, propriedades físicas, características de manipulação, e usos clínico de novos cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina e convencional. Com a introdução dos cimentos ionoméricos, houve grande expectativa porque este material poderia unir e restaurar estrutura dentária e ainda inibir cáries. Entretanto, pesquisas revelaram algumas dificuldades, como sensibilidade do material à umidade nos estágios iniciais de geleificação, fragilidade para resistir ao esforço de tração oclusal e estética inaceitável. As versões fotopolimerizadas oferecem vantagens sobre o material convencional, tais como menor tempo de geleificação, diminuição da sensibilidade à umidade,

possibilidade imediata de acabamento e polimento das restaurações e resistência à tração melhorada. Isto melhora as forças iniciais desses materiais, mas exerce um efeito insignificante nas propriedades físicas finais.

de GEE et al.<sup>18</sup>, em 1996, estudaram os cimentos de ionômero de vidro convencional (Ketac-Fil Aplicap – Espe; Fuji Cap II – GC; ChemFil Superior – De Trey Dentsply), reforçados com metal (Shofu Higt Dense – Shofu; Ketac-Silver – Espe), e modificados por resina (Photac-Fil Aplicap – Espe; Fuji II LC – GC; Vitremer – 3M), além de um amálgama de prata (Dispersalloy – De Trey Dentsply) e uma resina composta (P50 – 3M) como controles, no que concerne ao comportamento destes materiais em áreas com e sem contato oclusal e sob influência do pH. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes e os corpos-de-prova foram confeccionados para o teste de resistência ao desgaste oclusal numa máquina desenvolvida especialmente para o teste. Os resultados médios de desgaste oclusal, após 200.000 ciclos com força de contato de 15 N mostraram que há sempre um menor desgaste com o passar do tempo para todos materiais testados, sendo que os cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina obtiveram os maiores valores de desgaste em todos os períodos de teste e os cimentos de ionômero de vidro convencionais obtiveram um desgaste intermediário e muito próximo dos cimentos reforçados com metal.

VALLITTU & FORSS<sup>55</sup>, em 1997, estudaram comparativamente o efeito de três tratamentos das superfícies das ligas para metalocerâmicas (jateamento com óxido de alumínio 50 µm; ranhuras com brocas diamantadas e com brocas de carboneto de tungstênio), sobre a força de união com cimento

de ionômero de vidro reforçado com resina (Vitremmer – 3M) e convencional (Fuji II – GC). Os corpos-de-prova de metal (LM-Ceragold 3 – LM Dental) foram confeccionados em formato circular, com diâmetro de 5 mm, e incluídos em resina acrílica ativada quimicamente. A face externa das amostras foram então tratadas e os cimentos ionoméricos injetados em um molde que permitia um íntimo contato com a superfície do metal. O cimento ionomérico convencional foi deixado geleificar dentro do molde por quatro minutos e o cimento ionomérico reforçado com resina foi fotopolimerizado dos dois lados por 40 segundos com um aparelho Visilux 2 (3M). Para cada grupo, cinco amostras foram preparadas e armazenadas em água a 37°C por 10 dias antes do teste flexural de três pontos. Os autores concluíram que a força de resistência à fratura da interface liga metalocerâmica/cimento foi maior quando o metal foi jateado com óxido de alumínio, e o conjunto cimento de ionômero de vidro reforçado com resina/jateamento obteve as maiores médias de resistência à força de deslocamento flexural.

CHRISTENSEN<sup>10</sup>, em 1997, apresentou as conclusões de uma pesquisa feita através de questionário, aos membros da Academia de Dentística Estética Americana. O resultado da pesquisa mostrou que o tipo de peça protética mais cimentado foi a metalocerâmica, e que a maioria dos entrevistados usava um tipo de cimento de ionômero de vidro, compreendendo convencional e o modificado por resina composta; entretanto, o mais imprevisível em relação à sensibilidade dentinária pós-operatória, tem sido o cimento de ionômero de vidro convencional. Quando um alto teor anti-cariostático e a resistência foram requeridos como critérios para a cimentação de uma peça protética, os

cimentos ionoméricos reforçados com resina composta foram satisfatórios. O autor concluiu que na prática da cimentação de uma coroa total houve grande diversidade de pensamentos e escolhas, e que os cimentos tradicionais eram ainda usados por muitos, entretanto, os novos cimentos resinosos e cimentos de ionômero de vidro reforçado com resina composta estavam aumentando suas popularidades.

KERBY et al.<sup>29</sup>, em 1997, compararam as forças de compressão e de tração diametral em 1 hora, 24 horas e 7 dias de três cimentos de ionômero de vidro modificado por resina composta ( Vitremer, 3M; Fuji II LC, GC e Photac-Fil, da Espe-premier), uma resina composta modificada por poliácido (Variglass, da LD Caulk) e uma resina composta para confecção de núcleo de preenchimento ( Prosthodont, da Lee Pharmaceuticals), em função das condições de polimerização. Para avaliar a conversão dos radicais livres da resina e reação de geleificação (ácido-base) do cimento de ionômero de vidro, foram feitos cinco amostras cilíndricas ( 4 mm de diâmetro, 6 mm de comprimento) de cada tipo de cimento para cada condição estudada. O cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável foi confeccionado tanto com exposição de luz halógena (40 segundos), quanto sem ativação de luz. Todos os cimentos foram espatulados sob condições controladas de 23°C 60% de umidade relativa. As amostras ficaram expostas à temperatura ambiente por 10 minutos, quando foram transferidas para uma estufa a 37°C e 100% de umidade relativa, por uma hora. Em seguida, os corpos-de-prova foram separados dos moldes e colocados em água destilada à 37°C até o momento dos testes, numa máquina de ensaio universal, com velocidade de 1,0 mm/min

para o teste de resistência à compressão e de 0,5 mm/min. para o teste de resistência à tração diametral. Os autores concluíram que a resina composta Prosthodont e o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável Vitremer foram significativamente melhores em ambos os testes de compressão e de tração diametral, quando comparados aos outros materiais, após 7 dias; a resina composta modificado por poliácido Variglass e o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável Photac-Fil demonstraram mínima reação de presa ácido-base sem ativação pela luz, e que os cimentos de ionômero de vidro podem ser inadequados para o uso em áreas de esforço oclusal, quando comparados ao amálgama e à resina composta.

GLADYS et al.<sup>21</sup>, em 1997, determinaram as propriedades físicas e mecânicas de oito materiais restauradores híbridos (Dyract – DeTrey; Fuji II LC Aplicap e Fuji II LC – GC; Geristone – Dent-Mat; Ionosit – DMG; Photac-Fil – Espe; Variglass – Caulk; e Vitremer – 3M), dois cimentos de ionômero de vidro convencionais (Hifi Master Palette – Shofu e Ketac-Fil – Espe), uma resina de micro partículas (Silux Plus – 3M) e uma resina composta de partículas ultrafina (Z 100 - 3M). Foram verificados parâmetros superficiais, tais como rugosidade após polimento e abrasão, microdureza e distribuição do tamanho das partículas, assim como módulo de elasticidade (de Young), força de fratura e limite de fadiga flexural após ciclo de carga. O módulo de Young foi determinado pelo método não destrutivo, que é baseado na medida da duração do período fundamental para a primeira oscilação vibratória harmônica da amostra. A força de fratura e resistência à fadiga foram determinadas numa máquina de fadiga. Sessenta amostras retangulares

foram feitas de cada material e divididas em dois grupos, sendo um armazenado em ambiente seco a 35°C por um mês, enquanto o outro foi armazenado pelo mesmo período de tempo e temperatura, porém, em água destilada. Metade das amostras foram submetidas a uma carga de 10.000 ciclos mecânicos, antes do ensaio de fratura. Os autores concluíram que o módulo de Young aumentou para todos materiais de 24 horas para o período de armazenagem de um mês. O cimento de ionômero de vidro convencional revelou maior aumento, aproximadamente 30% a 50% e os cimentos reforçados com resina em torno de 13% a 25%. O limite de resistência flexural diminuiu significativamente para as resinas compostas e o cimento ionomérico convencional, após armazenagem em água, enquanto os materiais híbridos não diferiram significativamente quando armazenadas em ambiente seco ou úmido. Além disso, os ionômeros modificados são intencionados a superar as desvantagens dos cimentos ionoméricos convencionais, tais como curto tempo de trabalho, longo tempo de presa, e sensibilidade a água durante os períodos iniciais de geleificação, enquanto preserva suas vantagens clínicas, sendo estética, adesão química aos tecidos dentais, lixiviamento de fluoretos e isolamento térmico, além da aplicação clínica simples. Os materiais híbridos também têm melhores propriedades físicas, mecânicas e estéticas que os cimentos de ionômero de vidro convencionais.

KANCHANAVASITA et al.<sup>26</sup>, em 1997, determinaram as características de sorção de água e solubilidade de quatro cimentos de ionômero de vidro reforçado com resina ( Vitremer-3M, Fuji II LC-GC, Vitrebond-3M, Fuji Lining-GC ) usando método gravimétrico, assim como

monitoração das alterações dimensionais durante a imersão em água. Após a mistura, os materiais foram colocados nos moldes anelados, medindo 10 mm de diâmetro por 1 mm de espessura, e prensados entre duas placas de vidro e fotopolimerizados durante 60 segundos com um aparelho Luxor-USA. Cinco discos de cada material foram confeccionados. Cada disco foi inicialmente pesado usando uma balança digital com uma precisão de 0,0001 grama. As amostras não foram submetidas a uma dissecação inicial para remoção da água livre, como recomendado no teste padrão para materiais à base de resina (ISO 4049), desde que esta água faz parte da composição e integração da estrutura dos cimentos ionoméricos reforçados com resina. As amostras foram armazenadas separadamente em pesa filtros com 15 ml de água destilada, água deionizada ou saliva artificial sendo inteiramente imersas nestas soluções e mantidas a 37°C. As amostras foram removidas do meio, não foram secas e foram pesadas e recolocadas nos pesa filtros até um peso constante ser obtido. Neste ponto, as amostras foram consideradas em equilíbrio com o meio de imersão. As amostras foram removidas deste meio, secas e imediatamente pesadas e medidas suas dimensões. Armazenou-se as amostras em estufa a 37°C. Os procedimentos de pesagens foram repetidos até a constatação de um peso constante ser obtido. Este ciclo deu uma aparente sorpção de água das amostras, sabendo-se que o valor obtido é uma combinação da água absorvida e da dissolução dos componentes solúveis das amostras. As amostras foram submetidas a um segundo ciclo de sorpção e dissecação a 37°C, similar ao primeiro, exceto que no segundo ciclo as amostras foram dissecadas em ambiente a vácuo. Os pesos constantes de absorção e dissecação durante o



segundo ciclo foi obtido. O segundo ciclo revelou a verdadeira sorpção dos materiais, pois todos os componentes solúveis foram dissolvidos no primeiro ciclo. Os autores concluíram que após dois ciclos de sorpção e dissecação, tanto no cimento Vitremer quanto no Vitrebond, não foi encontrado nenhuma mudança física, porém, todas as amostras armazenadas em água destilada e saliva artificial absorveram água permitindo uma alteração dimensional, saturando-se em duas a três semanas de imersão, sendo o cimento Vitremer o de menor absorção.

YAP & LEE<sup>62</sup>, em 1997, verificaram a sorpção de água e a solubilidade de seis cimentos de ionômero de vidro modificados por resina ( Variglass-Dentsply, Fuji II LC e Fuji Lining LC-GC, Vitrebond e Vitremer-3M e Photac Bond-Espe ) e uma resina composta ( Z-100 ), e a influência do conteúdo delas nessas propriedades. As amostras foram confeccionadas preenchendo um molde anelado com 15 mm de diâmetro por 1 mm de espessura, com os materiais manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os moldes foram comprimidos entre duas placas de vidro para o extravasamento do material e fotopolimerizadas, pelo tempo de exposição recomendado. Imediatamente após a irradiação, as amostras foram removidas dos moldes e colocadas em uma estufa a 37°C por 15 minutos, quando foram removidas e lixadas com lixa de papel de granulação 1000. Cinco corpos-de-prova foram confeccionados para cada tipo de produto de acordo com o especificado pela ISO 4049. As amostras foram então transferidas a um dissecador à 37°C por 22 horas quando a temperatura foi abaixada para  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ . Após duas horas, foram pesadas numa balança eletrônica ( A & D - Japão). O diâmetro e a

espessura no centro das amostras e em quatro pontos eqüidistantes foram medidos usando um calibrador eletrônico e digital e o volume foi calculado em milímetro cúbico. As amostras foram colocadas em água a 37°C por 7 dias em pesa filtro individuais. Após este período, as amostras foram removidas, lavadas em água, secas com papel e jato de ar por 15 segundos e pesadas. A massa foi registrada e as amostras foram recondicionadas a uma massa constante, através da dissecação como descrito anteriormente. Os autores concluíram que a resina composta Z-100 teve uma absorção de água significativamente menor que todas os cimentos ionoméricos reforçados com resina avaliados e que variações na absorção de água parecem ser dependentes do conteúdo de resina (HEMA) além do tipo genérico da resina (BisGMA, Dimetacrilato uretano, etc).

## 5 - PROPOSIÇÃO

## 5 – PROPOSIÇÃO

Esta pesquisa visa a estudar “in vitro” a influência do tipo de preparo dental na retenção à tração de restaurações metálicas fundidas, tipo coroa total e preparo classe II MOD, fixadas com cimentos de ionômero de vidro convencional ( GlasIonomer Cement - Shofu) e modificado por resina (Vitremer – 3M), com ou sem ciclagem térmica.

## 6 – MATERIAIS E MÉTODO

## 6 - MATERIAIS E MÉTODO

### 6.1 - Materiais

Foram utilizados neste estudo dois cimentos de ionômero de vidro, indicados para fixação de restaurações metálicas fundidas, bandas e bráquetes ortodônticos, ou ainda, sobre núcleos metálicos fundidos ou núcleos de preenchimento de amálgama, resina composta ou de cimento de ionômero de vidro. A descrição dos tipos de cimentos de ionômero de vidro é vista na Tabela 6.1.

TABELA 6.1. Descrição dos cimentos utilizados na pesquisa.

Cimento	Composição*	Fabricante
Shofu GlasIonomer Cement	Pó: óxido de flúor alumino-silicato Líquido: ácido poliacrílico, itacônico e tartárico.	Shofu Dental Corp. Menlo Park, CA. USA.
Vitremer	Pó: vidro de silicato de flúor-alumino, Ácido ascórbico e persulfeto de potássio. Líquido: ácido policarboxílico, HEMA, ácido tartárico.	3M, St. Paul, MN, USA.

\*Informação dos fabricantes.

## 6.2 - MÉTODO

### 6.2.1 – FIXAÇÃO DOS DENTES EM RESINA ACRÍLICA.

Foram utilizados neste estudo 64 dentes molares humanos, hígidos, recentemente extraídos e armazenados por 3 meses até o momento da utilização, em solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% <sup>48, 52</sup> (Fresenius, Campinas, Brasil), em estufa a 37°C. Após a limpeza dos dentes com pasta de pedra pomes e água com escova tipo Robnson, foi feito um furo transversal entre a furca e o limite amelocementário para aumentar a retenção dos dentes à resina.

O procedimento de inclusão das raízes dos dentes em cilindros de resina acrílica quimicamente ativada <sup>03, 52</sup>, de cor rosa (Jet Set, Rio de Janeiro, Brasil) foi o seguinte: em uma caixa de madeira medindo 5 cm de largura por 30 cm de comprimento e por 3 cm de profundidade foi vertida cera utilidade liquefeita (Wilson, São Paulo, Brasil). Em seguida, a coroa dos dentes foi introduzida na cera plastificada até 2 mm além da junção cimento-esmalte. Nessa posição, o dente foi centralizado em um tubo de P.V.C. (Tigre, Brasil), de 2,0 cm de diâmetro por 3,0 cm de altura, isolado internamente com vaselina sólida (Rioquímica Ind. Ltda, S. J. Rio Preto, SP., Brasil) (Figura 6.1). A mistura monômero e polímero, proporcionada e preparada de acordo com as instruções do fabricante, foi vertida no interior do cilindro de P.V.C., na fase arenosa, sob vibração (Vibrator, Yates Dental, Chicago, USA). Após 30 minutos, o conjunto dente-resina-P.V.C. foi removido da cera e levado a um

suporte que permitiu a remoção do cilindro de P.V.C.. Em seguida, no cilindro de resina foi confeccionado um furo com broca de 5 mm de diâmetro fixada em uma furadeira de bancada, a 10 mm de distância da base inferior (Figura 6.2), no qual passará um pino metálico, suporte do dispositivo que se prenderá ao mordente inferior da máquina de tração. Os conjuntos dente-cilindro de resina foram numerados para melhor identificação das amostras e armazenados em solução de soro fisiológico a 0,9%.

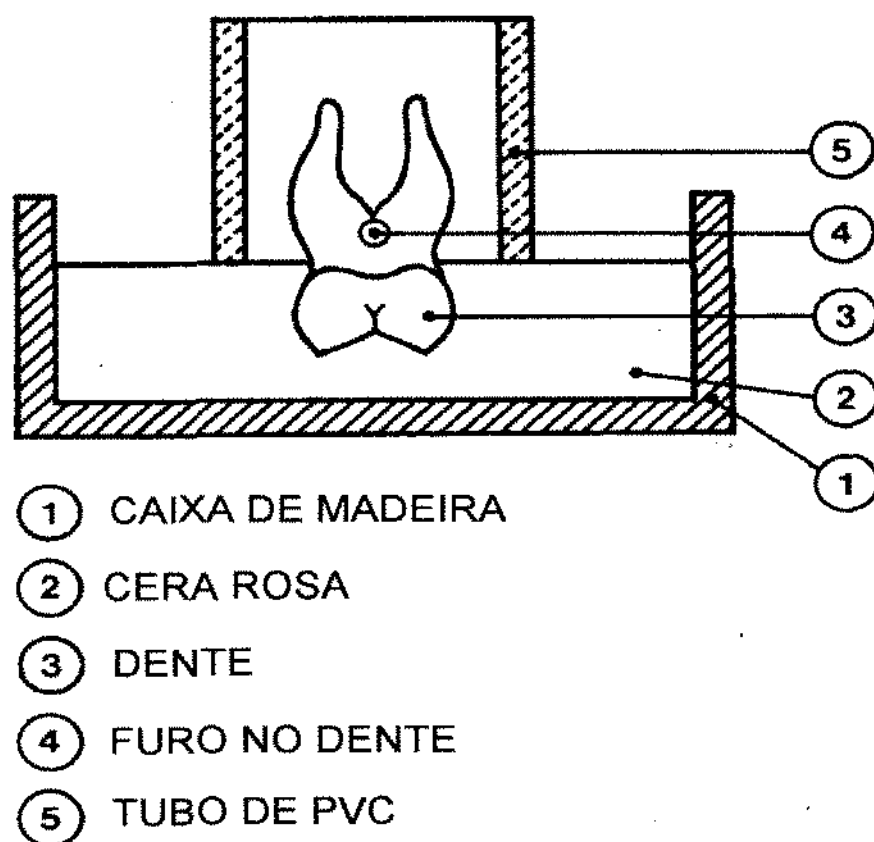


Figura 6.1 - Desenho esquemático da preparação do conjunto dente- cilindro de resina.



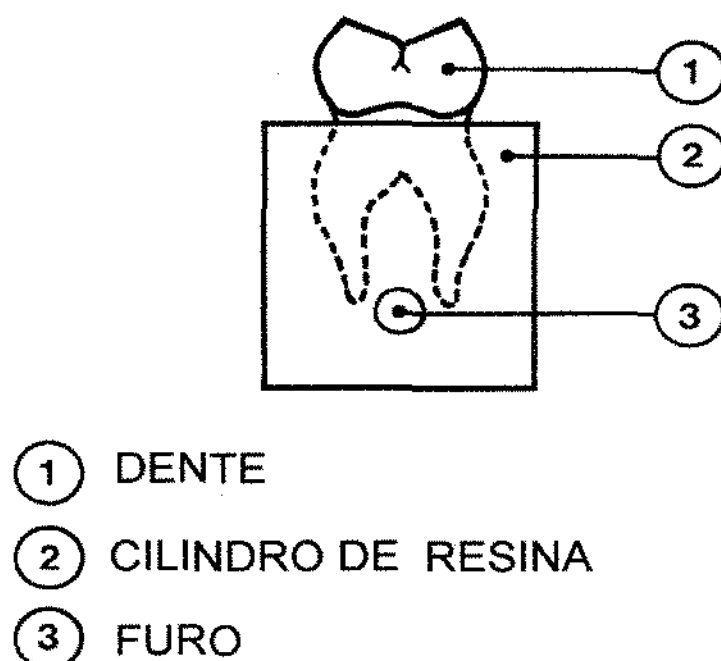


Figura 6. 2 - Desenho esquemático do dente  
incluído no cilindro de resina.

#### 6.2.2 – CONFECÇÃO DO PREPARO PARA COROA TOTAL

Todos os dentes foram inicialmente usinados em torno mecânico<sup>15</sup> (Nardini 300 III, Americana-SP. Brasil), com precisão de 0,01mm, sob refrigeração à água a fim de se obter um preparo coronário cilíndrico em dentina, com as seguintes dimensões : 7,0 mm de diâmetro na região cervical; 7,0 mm de diâmetro na região oclusal, 4,0 mm de altura; e, 1,0 mm de largura de ombro cervical. Para o preparo da coroa total foram usadas pontas diamantadas (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) cilíndricas nº 2094, e cônicas nº 2067, para dotar o preparo dentinário com 8° de convergência no sentido cérvico-oclusal<sup>34</sup>, semelhante ao obtido no preparo clínico.

Assim, os cilindros de resina foram fixados sobre a mesa do suporte de um microscópio, no qual foi acoplado uma caneta de alta rotação MS 350

(Dabi-Atlante, Ribeirão Preto-SP., Brasil), contendo ponta diamantada cônica, usada no acabamento da expulsividade cérvico-oclusal. Os cilindros de resina posicionados num dispositivo fixado sobre a base do microscópio, eram girados manualmente, enquanto a broca efetuava o acabamento do preparo, refrigerado à água<sup>54</sup>. Na parede oclusal, o acabamento foi feito com a ponta plana da broca cilíndrica. Ao final, as dimensões do preparo eram: 7,0 mm de diâmetro cervical; 5,0 mm de diâmetro oclusal; 4,0 mm de altura; 1,0 mm de ombro cervical; e, 8° de expulsividade cérvico-oclusal (Figura 6.3).

As medidas foram conferidas com um paquímetro (ME-BA, Zagreb, Iugoslávia), com sensibilidade de 0,01 mm, objetivando a padronização de todos os preparos.

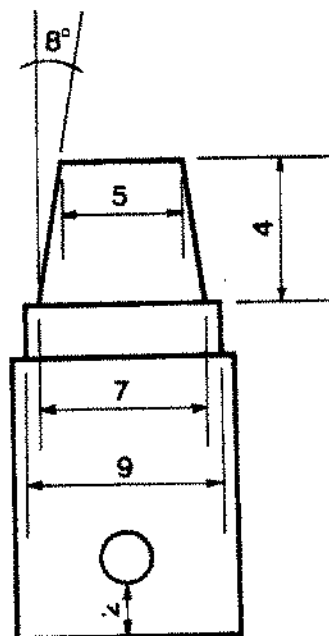


FIGURA 6.3 - Desenho esquemático do preparo do dente, com unidades expressas em mm e convergência em graus.

### 6.2.3. – CONFECÇÃO DO PREPARO MOD.

Os dentes usinados contidos nos cilindros de resina foram fixados na mesa do suporte do microscópio e o preparo cavitário foi iniciado com ponta diamantada cilíndrica 2094, adaptada na caneta de alta rotação. Foi realizado um preparo estilizado, tipo classe II MOD. Após a abertura das caixas oclusal e proximal, foi confeccionada a expulsividade das mesmas com ponta diamantada cônica<sup>37</sup>, com a finalidade de estabelecer expulsividade das paredes laterais, ficando as cavidades com as seguintes dimensões: A) caixa oclusal: 1,0 mm de profundidade; 2,0 mm de largura de parede pulpar; 3,0 mm de comprimento de parede pulpar, e abertura virtual de 4,0 mm; e, B) caixas proximais: profundidade ocluso-cervical de 3,0 mm; profundidade cérvico-axial de 2,0 mm; largura cervical de 2,0 mm e abertura virtual de 4,0 mm (Figura 6.4, 4A e 4B). A padronização das dimensões da cavidade foi obtida através da movimentação dos botões da platina que moviam a mesa do microscópio, onde estava preso o dente incluído no cilindro de resina acrílica. Ao lado de cada botão de movimentação da platina do microscópio havia uma régua milimetrada, a qual orientava as dimensões do preparo da cavidade. Em seguida, as medidas também foram conferidas com um paquímetro de precisão (ME-BA, Zagreb). Todo trabalho de confecção do preparo das coroas e das cavidades MOD foi realizado com refrigeração ar/água.

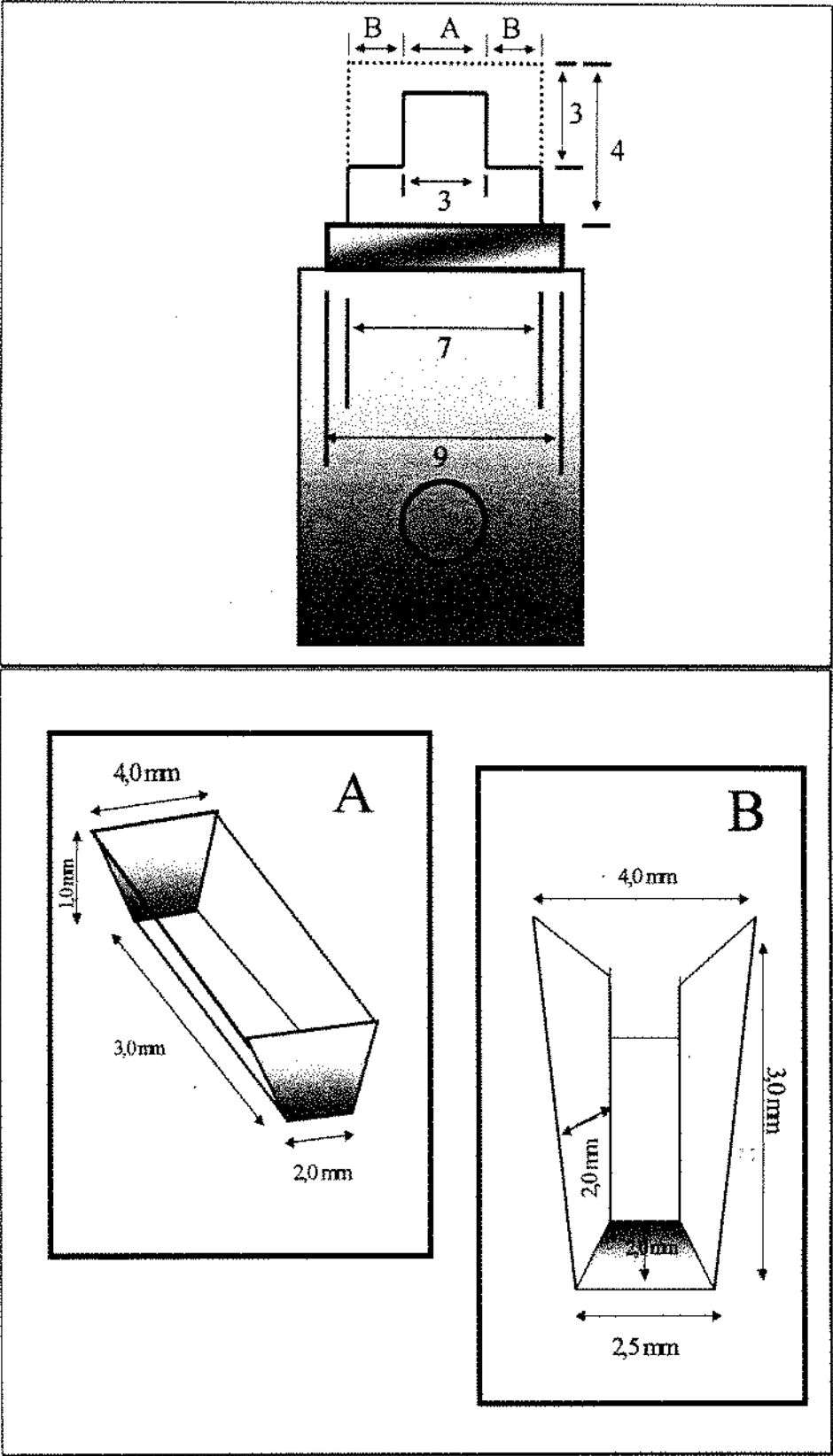


Figura 6.4 – Preparo estilizado classe II MOD. Secção transversal; e, detalhamento das caixas oclusal (A) e proximais (B).

#### 6.2.4. - OBTENÇÃO DAS RESTAURAÇÕES FUNDIDAS

Sobre cada preparo coronário foi confeccionado o respectivo padrão em resina acrílica ativada quimicamente (Duralay, Reliance Dental MFG. Company – USA), recoberto com cera azul para fundição (Sybron Kerr Ind. e Com. Ltda, Brasil). Na região correspondente à oclusal dos padrões MOD, foi confeccionado uma alça de cera de 1,5 mm de diâmetro, com a intenção de prover na peça metálica fundida, um dispositivo onde será colocado o pino metálico, que se fixará no mordente superior da máquina de tração.

Em seguida, o padrão foi fixado em uma base formadora de cadinho, e sobre sua superfície foi aplicada com pincel uma solução umectante ( Surface, Polidental, Brasil). Sobre a base formadora de cadinho foi adaptado o anel metálico, revestido internamente com duas tiras de amianto (Polidental, Brasil), umedecidas com água.

O revestimento utilizado para a inclusão dos padrões de cera foi de alta fusão, aglutinado por fosfato mono-amônio (Precise, Dentsply Ind. e Com. Ltda, RJ.-Brasil), proporcionado e espatulado mecanicamente à vácuo (Combination, Whip Mix, Ky, USA), por 45 segundos de acordo com a instrução do fabricante, e vertido nos anéis sob vibração (Vibration, Yantes Dental, Chicago, USA). Após a presa do revestimento, a base formadora do cadinho e o anel metálico foram removidos. Os cilindros de revestimento foram mergulhados em água durante 5 minutos, antes de serem submetidos ao ciclo de aquecimento num forno elétrico automático (Bravac, Dental Sarto Ltda, SP-

Brasil), para desidratação, eliminação dos padrões de resina acrílica e cera, e expansão térmica do revestimento. Inicialmente, o aquecimento do cilindro de revestimento foi realizado lentamente, com o forno à temperatura ambiente e o cadinho voltado para baixo. A temperatura foi mantida a 350°C por 30 minutos para, em seguida, ser elevada a 920°C, onde permaneceu durante 60 minutos.

Para cada restauração foi utilizado 12,0 gramas de liga de níquel-cromo<sup>10</sup> (Durabond Universal, Odonto Com. Imp. Ltda-Brasil), fundidas em cadinho novo pré-aquecido, com maçarico de furo múltiplo, utilizando uma mistura de gás-oxigênio, com pressões de 11 e 17 libras respectivamente, numa máquina centrífuga (Citty Máquinas Ltda, SP-Brasil).

O momento da fusão da liga metálica foi observado visualmente, e foi considerada quando o metal liquefeito apresentava “pequenas ondulações” provocadas pela chama do maçarico. Nesta fase, o anel foi removido do forno e posicionado na máquina centrífuga, armada com quatro voltas. Em seguida, a máquina foi disparada e a liga fundida injetada na câmara do cilindro de revestimento.

O cilindro foi resfriado em bancada até atingir a temperatura ambiente, quando foi imerso em água para a desintegração parcial do revestimento e remoção da peça fundida. Os procedimentos de acabamento das fundições ocorreram de forma rotineira (escovação e jateamento de óxido de alumínio 50 µm) (Figuras 6.5 e 6.6). Para promover a formação de óxidos na parte externa e interna, foi realizado o aquecimento das fundições num forno de cocção de

porcelana ( EDG-FV-I Vacuum-Clay Equipamentos e Controles, São Carlos, SP., Brasil ), à 920°C por 10 minutos.

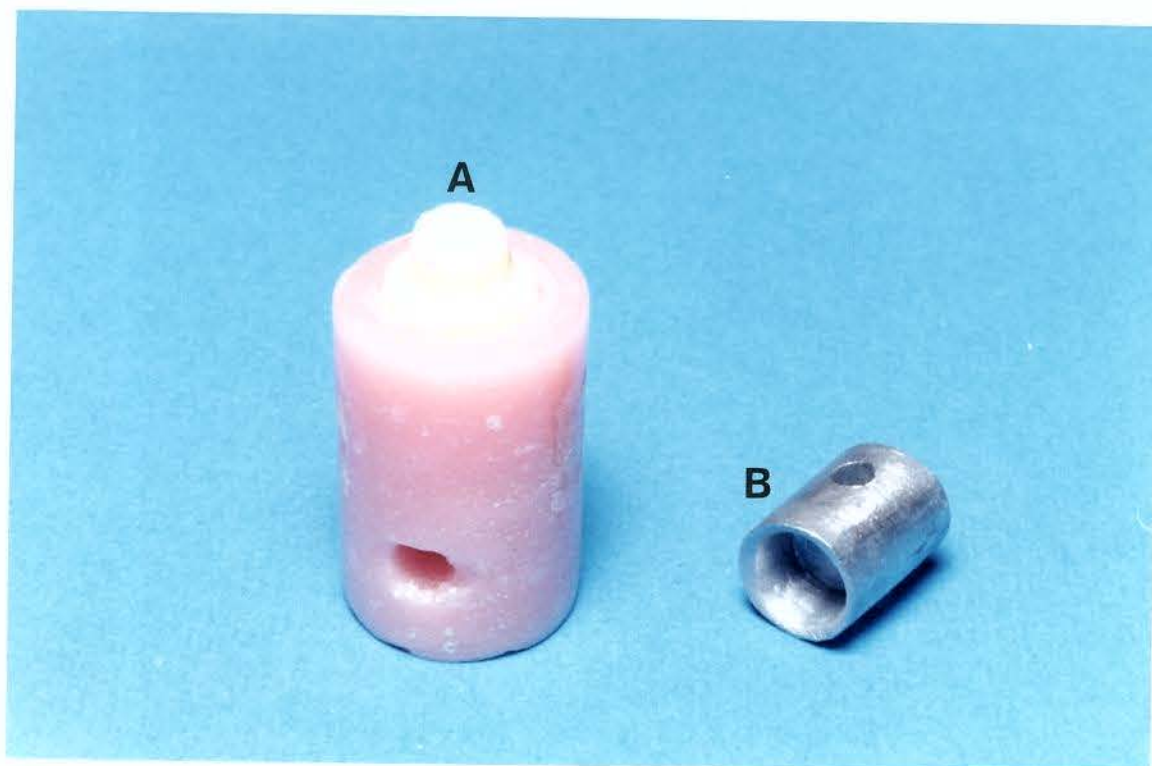


Figura 6.5 – A) Preparo para coroa total e  
B) coroa total fundida.



Figura 6.6 – A) Preparo para restauração MOD e  
B) restauração MOD fundida.

Com o propósito de estabelecer um estudo comparativo, a pesquisa contou com 8 grupos de oito repetições, sendo:

Grupo A- cimentação de coroas totais com cimento Shofu GlasIonomer, com ciclagem térmica.

Grupo B- cimentação de coroas totais com cimento Shofu GlasIonomer, sem ciclagem térmica.

Grupo C- cimentação de coroas totais com cimento Vitremer-3M, com ciclagem térmica.

Grupo D- cimentação de coroas totais com cimento Vitremer-3M, sem ciclagem térmica.

Grupo E- cimentação de restaurações tipo classe II com cimento Shofu GlasIonomer, com ciclagem térmica.

Grupo F- cimentação de restaurações tipo classe II com cimento Shofu GlasIonomer, sem ciclagem térmica.

Grupo G- cimentação de restaurações tipo classe II com cimento Vitremer-3M, com ciclagem térmica.

Grupo H- cimentação de restaurações tipo classe II com cimento Vitremer-3M, sem ciclagem térmica.

#### 6.2.5 - CIMENTAÇÃO DAS RESTAURAÇÕES FUNDIDAS

Antes da cimentação, todos os preparos foram limpos com pasta de pedra-pomes (Probem, Catanduva-Brasil) e escova tipo Robinson<sup>01, 02, 47, 52</sup>.



O proporcionamento (1:1) e aglutinação (30 seg.) dos cimentos foram realizados de acordo com as instruções dos fabricantes, numa sala com temperatura controlada de  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  e 50% de umidade relativa.

Após a aglutinação, a massa de cimento foi colocada nas restaurações com espátula plástica, envolvendo toda área. Em seguida, foram levadas aos respectivos preparos e assentadas com pressão digital. Após, sobre as restaurações foi exercida uma carga axial estática de  $5 \text{ Kg}^{15}$  por 10 minutos, com um dispositivo pneumático desenvolvido pela área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP (Figura 6.7 e 6.8). Os excessos de cimento foram removidos e o corpo-de-prova foi acondicionado num umidificador com 100% de umidade relativa, armazenado numa estufa à temperatura de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ , por um período de 24 horas<sup>07, 26, 61, 62</sup>.

Após este período, os corpos-de-prova dos grupos A, C, E e G foram submetidos à ciclagem térmica em uma máquina eletrônica e pneumática (MCT II, Piracicaba-Brasil) (Figura 6.9), em banhos de  $5^\circ\text{C}$  e  $55^\circ\text{C}^{12}$ , permanecendo trinta segundos em cada temperatura, completando 1000 ciclos, fim dos quais, foram novamente armazenados em 100% de umidade relativa, em estufa a  $37^\circ\text{C}$  por mais 24 horas.

Após armazenagem, foram submetidos ao teste de resistência à tração em uma máquina Otto Wolpert-Werke, modelo EZR 30 (Alemanha) (Figura 6.10, 6.11), numa velocidade de 6,0 mm/minuto, até o deslocamento das peças<sup>34</sup>.

A carga necessária para deslocar as restaurações metálicas fundidas cimentadas nos preparos, foi dividida pela área superficial de fixação, obtendo-se os valores em  $\text{kgf}/\text{cm}^2$ . A área dos preparos foi determinada conforme descrito no Apêndice, isto é  $1,21 \text{ cm}^2$  para coroa total e  $0,53 \text{ cm}^2$  para a restauração MOD.

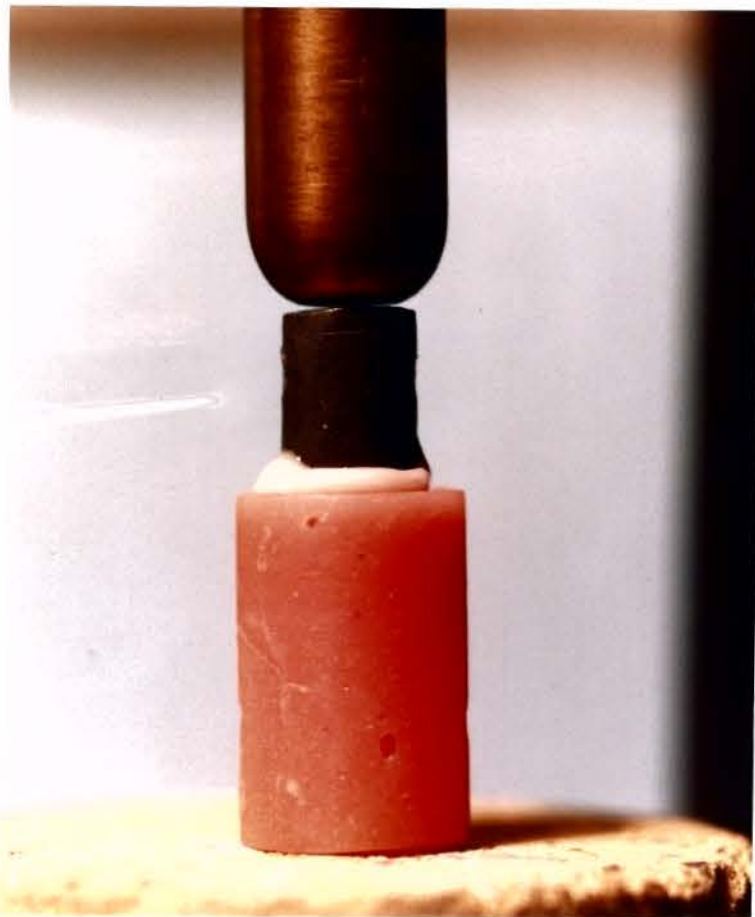


Figura 6.7 – Dispositivo axial exercendo carga estática de 5 kgf., durante a cimentação da coroa total.

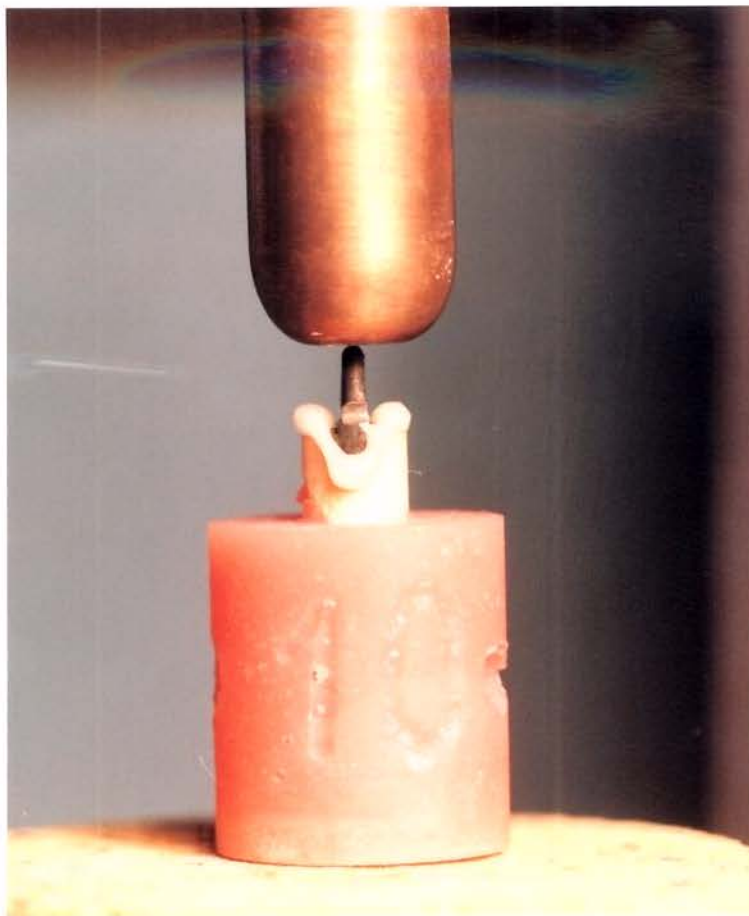


Figura 6.8 – Dispositivo axial exercendo carga estática de 5 kgf., durante cimentação da restauração de classe II MOD.



Figura 6.9 – Máquina eletrônica e pneumática para ciclagem térmica.



Figura 6.10 – Teste de resistência à tração  
da coroa total.

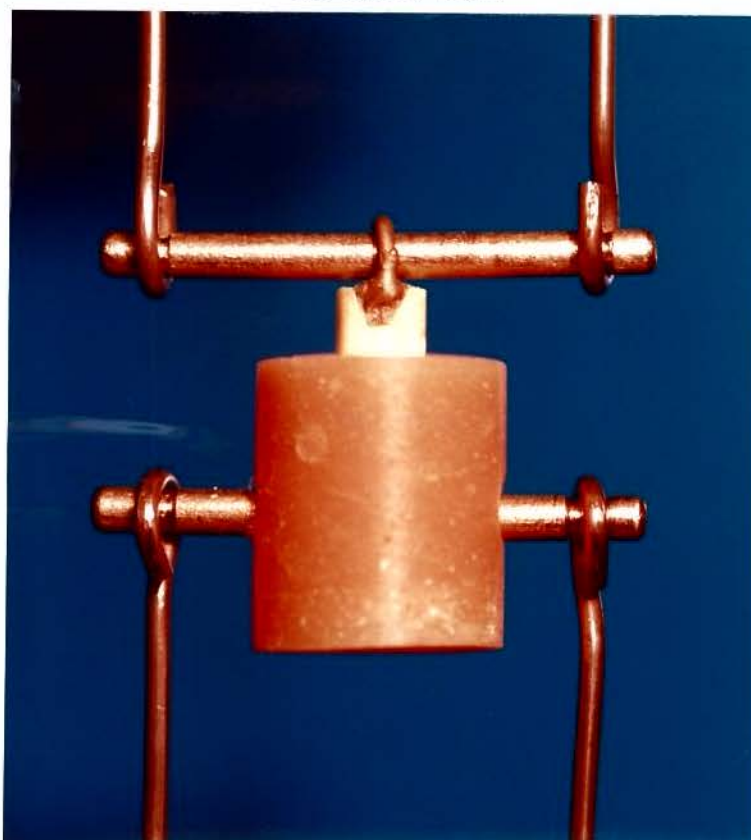


Figura 6.11 - Teste de resistência à tração  
da restauração classe II MOD.

**7 - RESULTADOS**

## 7 - RESULTADOS

Os resultados obtidos no ensaio de resistência à tração de coroas totais e restaurações metálicas de classe II MOD, cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, com e sem ciclagem térmica, estão registrados nos grupos de A à H (Apêndice).

Estes valores foram submetidos à análise de variância com esquema fatorial, cujos fatores foram: Preparo, que analisa o tipo de preparo cavitário; Material, que avalia o tipo de agente de cimentação e, Tratamento, que analisa a utilização ou não da ciclagem térmica. De acordo com o Quadro 12.1 (Apêndice), os fatores Preparo, Material e Tratamento apresentaram diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Os valores médios foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e estão apresentados nas Tabelas 7.1 a 7.12 e ilustrados nas Figuras 7.1 a 7.12.



TABELA 7.1 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de coroas totais fixadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, sem ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
MODIFICADO	25,24	a	1.408613
CONVENCIONAL	15,96	b	1.775210

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

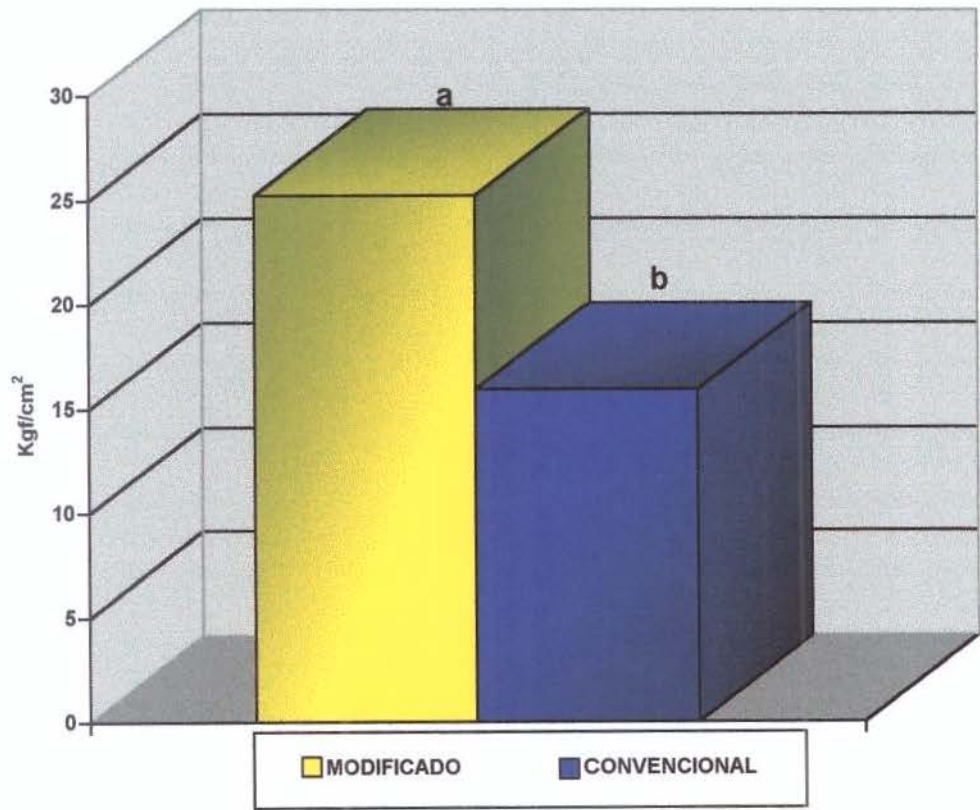


FIGURA 7.1 - Histograma da resistência à tração de coroas totais cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, sem ciclagem térmica.

TABELA 7.2 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de coroas totais cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, com ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
MODIFICADO	18,95	a	1.315426
CONVENCIONAL	12,41	b	1.326666

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

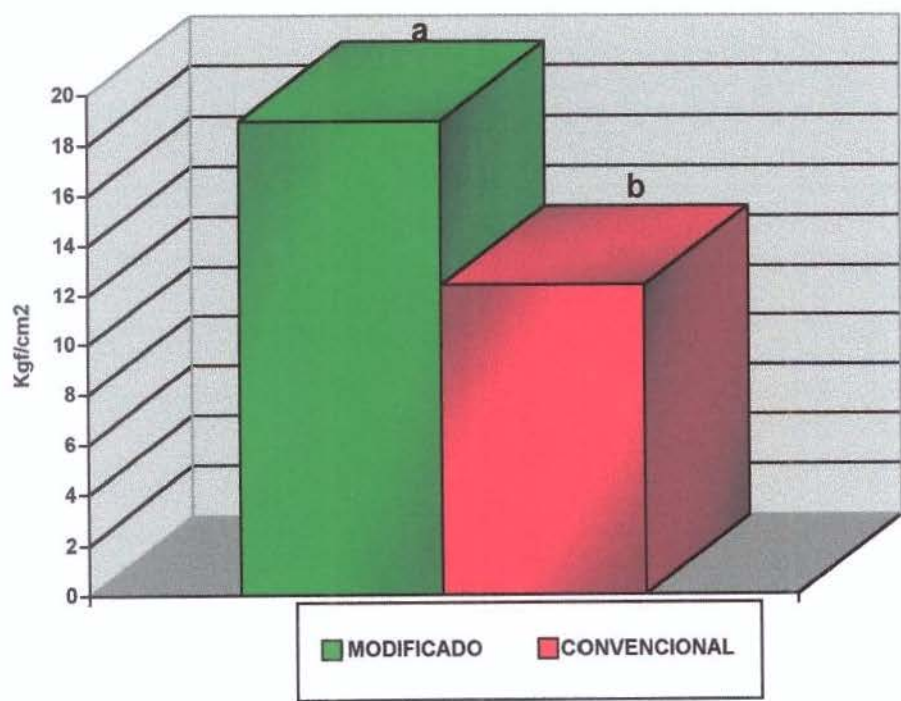


FIGURA 7.2 - Histograma da resistência a tração de coroas totais cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado, com ciclagem térmica.



TABELA 7.3 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de restaurações MOD cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, sem ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
MODIFICADO	30,93	a	2.701573
CONVENCIONAL	26,97	b	2.484582

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

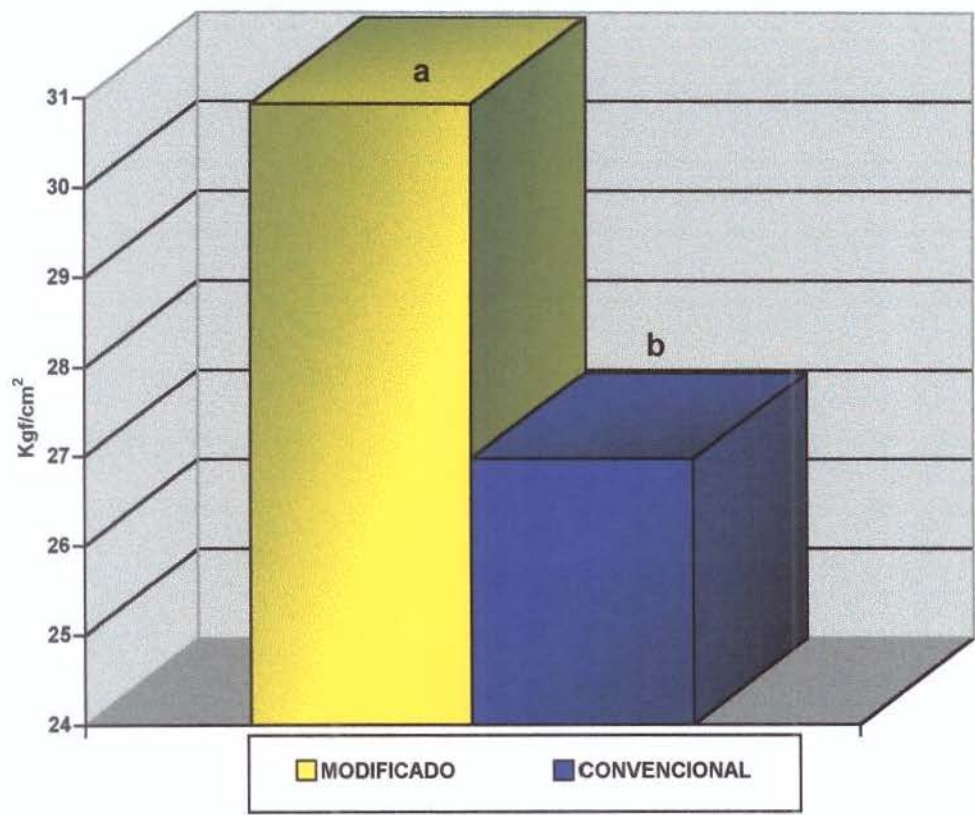


FIGURA 7.3 - Histograma da resistência à tração de restaurações MOD cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, sem ciclagem térmica.

TABELA 7.4 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de restaurações MOD cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, com ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS	(kgf/cm <sup>2</sup> )	DP
CONVENCIONAL	20,83	a	3.055995
MODIFICADO	15,25	b	2.021194

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

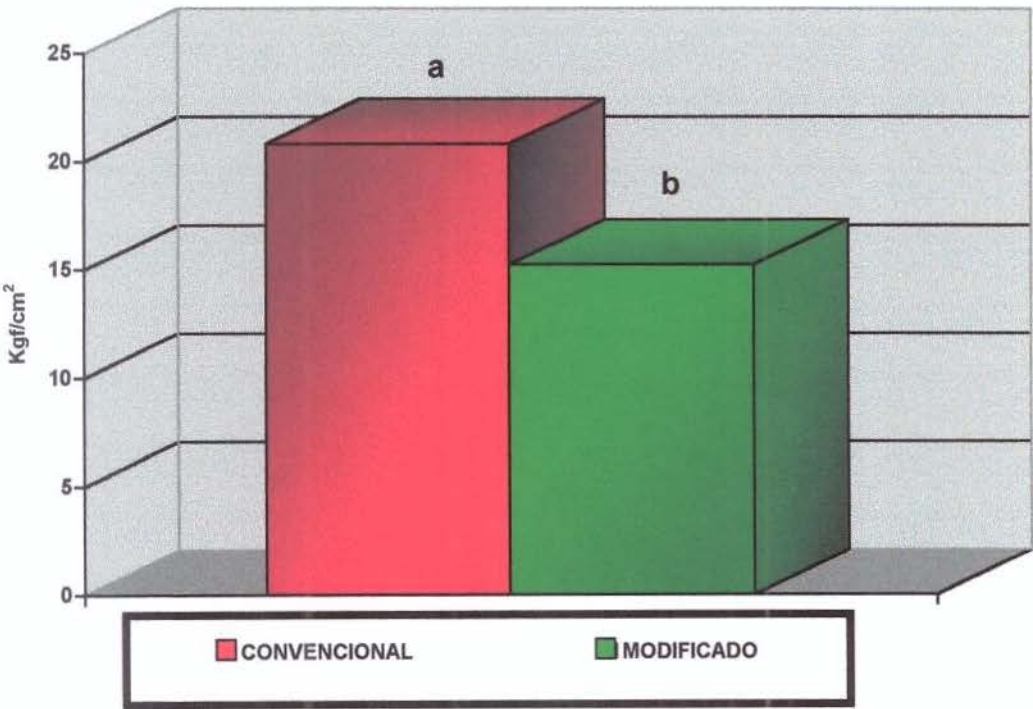


FIGURA 7.4 - Histograma da resistência à tração de restaurações MOD cimentadas com cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, com ciclagem térmica.

TABELA 7.5 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, sem ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
CLASSE II MOD	26,97	a	2.484582
COROA TOTAL	15,96	b	1.775210

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

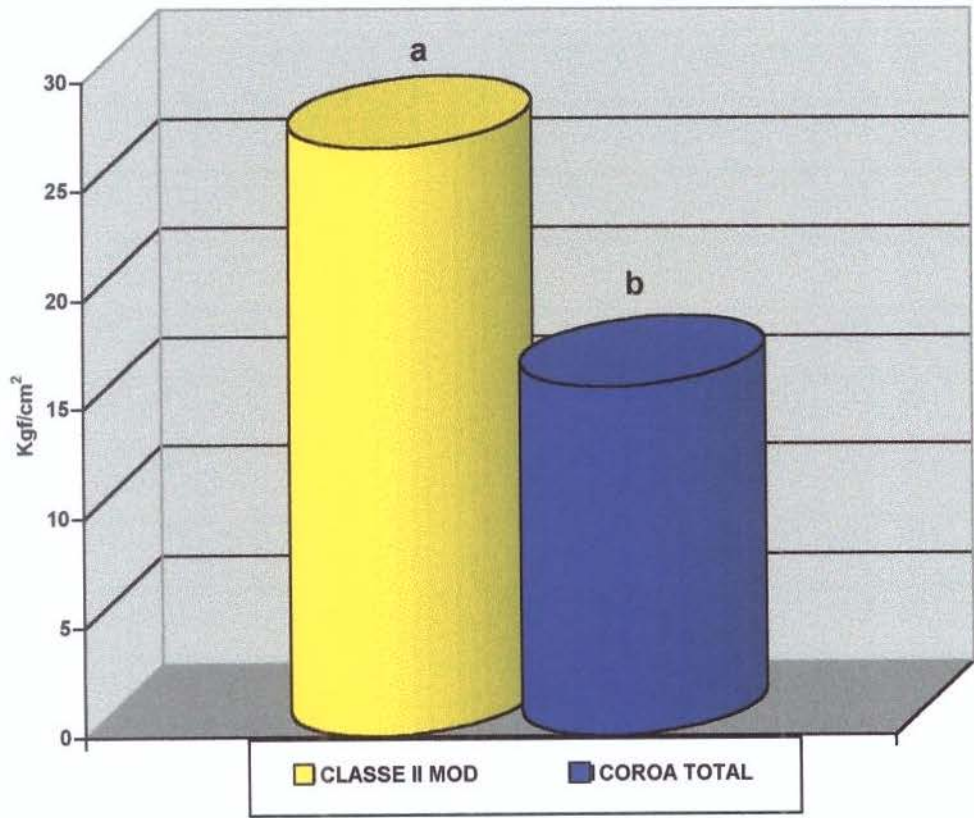


FIGURA 7.5 - Histograma da resistência à tração de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, sem ciclagem térmica.



TABELA 7.6 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
CLASSE II MOD	20,83	a	3.055995
COROA TOTAL	12,41	b	1.326666

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

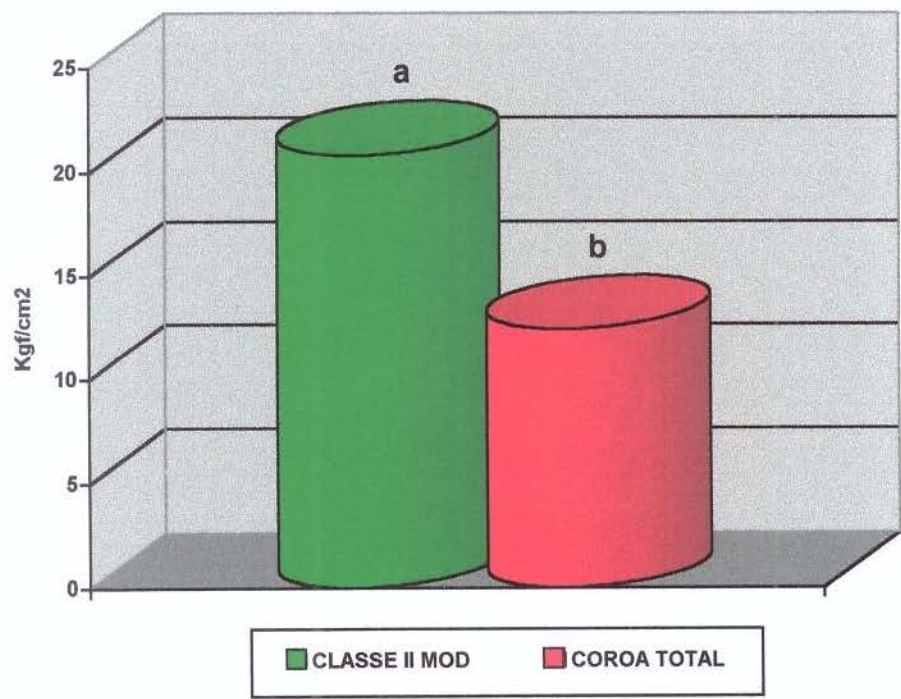


FIGURA 7.6 - Histograma da resistência a tração de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com ciclagem térmica.

TABELA 7.7 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, sem ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
CLASSE II MOD	30,93	a	2.701573
COROA TOTAL	25,24	b	1.408613

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

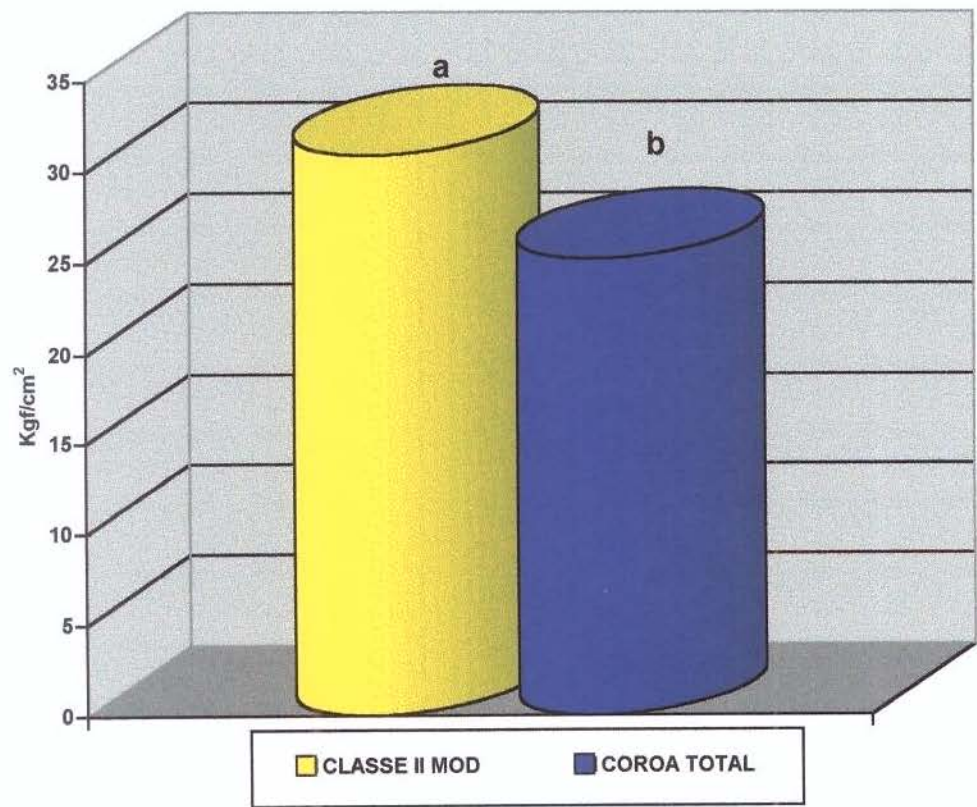


FIGURA 7.7 - Histograma da resistência à tração de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, sem ciclagem térmica.

TABELA 7.8 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS	(kgf/cm <sup>2</sup> )	DP
COROA TOTAL	18,95	a	2.021194
CLASSE II MOD	15,25	b	1.315426

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

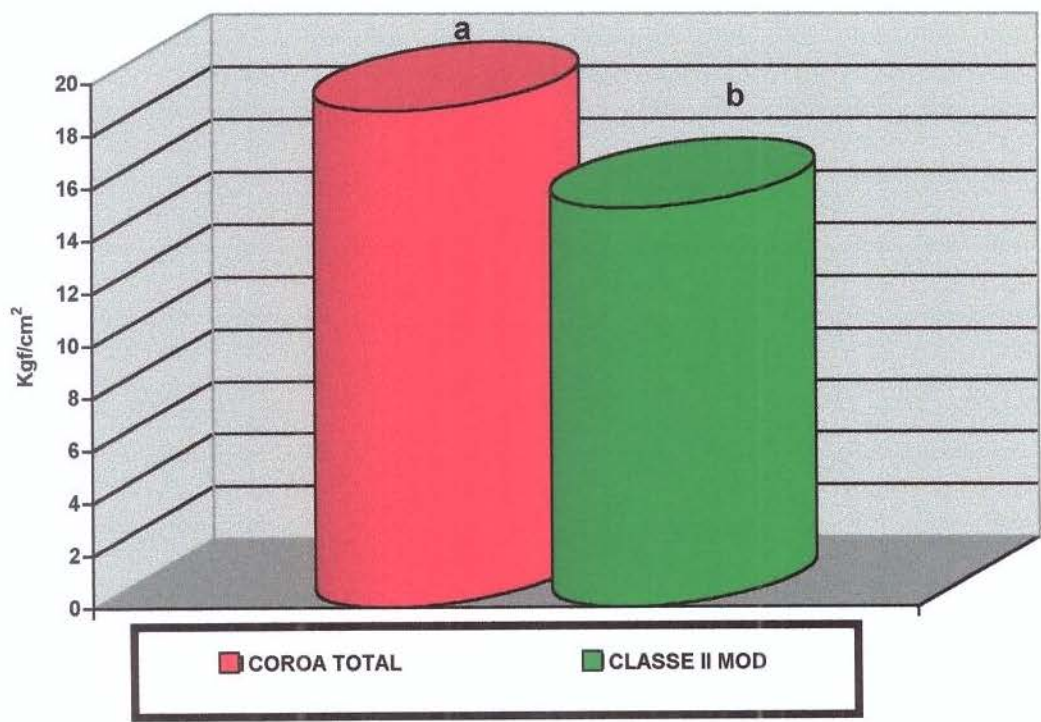


FIGURA 7.8 - Histograma da resistência à tração de coroas totais e restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com ciclagem térmica.



TABELA 7.9 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de coroas totais cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com e sem ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
SEM CICLAGEM	15,96	a	1.775210
COM CICLAGEM	12,41	b	1.326666

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

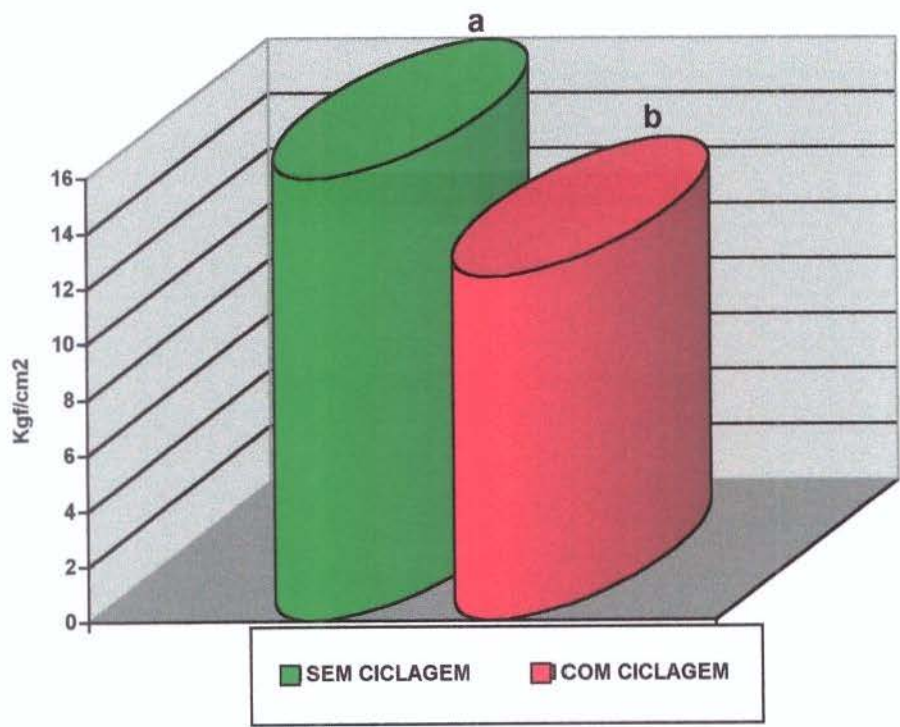


FIGURA 7.9 - Histograma da resistência a tração de coroas totais cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com e sem ciclagem térmica.

TABELA 7.10 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de coroas totais cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com e sem ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
SEM CICLAGEM	25,24	a	1.408613
COM CICLAGEM	18,95	b	1.315426

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

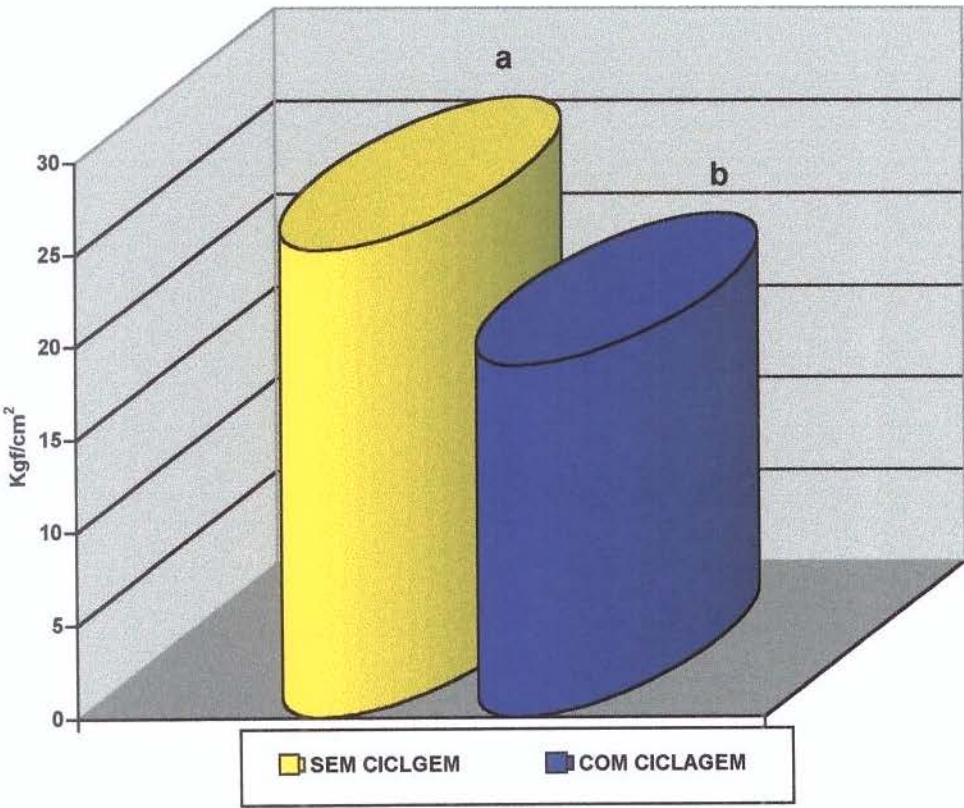


FIGURA 7.10 - Histograma da resistência à tração de coroas totais cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com e sem ciclagem térmica.



TABELA 7.11 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com e sem ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS	(kgf/cm <sup>2</sup> )	DP
SEM CICLAGEM	26,97	a	2.484582
COM CICLAGEM	20,83	b	3.055995

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

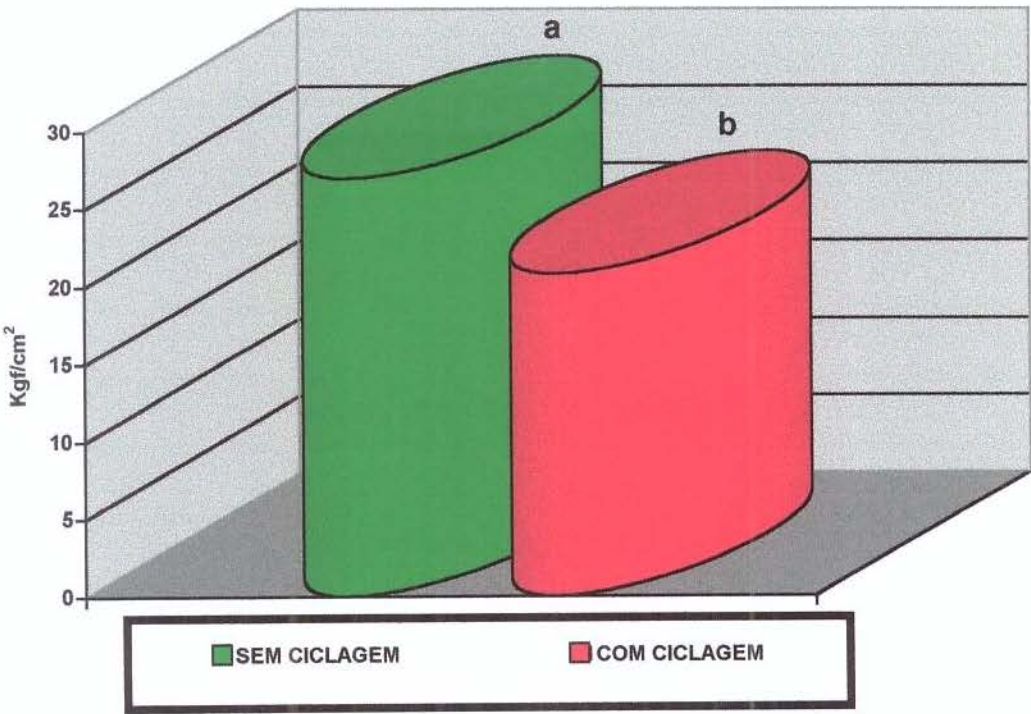


FIGURA 7.11 - Histograma da resistência à tração de restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro convencional, com e sem ciclagem térmica.

TABELA 7.12 - Médias de força necessárias para o deslocamento por tração (kgf/cm<sup>2</sup>), de restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com e sem ciclagem térmica.

GRUPO	MÉDIAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		DP
SEM CICLAGEM	30,93	a	2.701573
COM CICLAGEM	15,25	b	2.021194

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

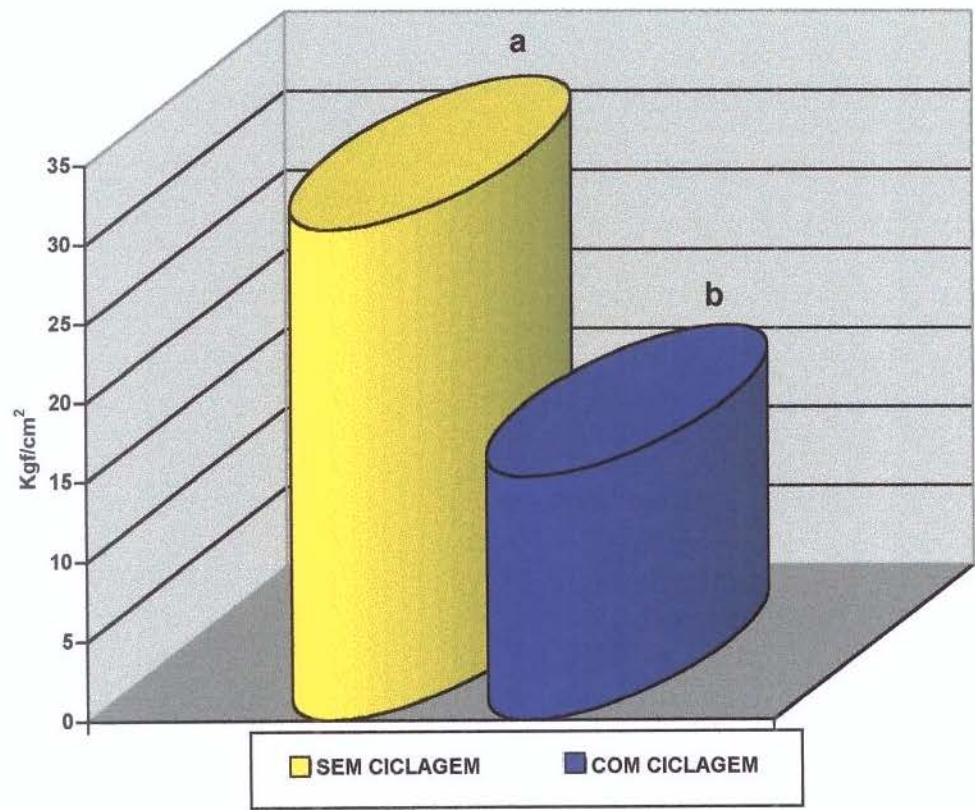


FIGURA 7.12 - Histograma da resistência à tração de restaurações MOD cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com e sem ciclagem térmica.





FIGURA 7.13 – Restauração MOD tracionada que foi fixada com cimento modificado por resina.



FIGURA 7.14 – Restauração MOD tracionada que foi fixada com cimento convencional.

## 8 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

## 8 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Muitas pesquisas têm sido feitas para avaliar a capacidade retentiva dos cimentos de ionômero de vidro à dentina, tendo como certo que esses materiais protegem a superfície dentinária, prevenindo-a da contaminação bacteriana recidivante, toxinas bacterianas e fluídos bucais, que podem comprometer as restaurações. No presente estágio de pesquisa, os cimentos ionoméricos podem ser considerados como materiais capazes de selar efetivamente a dentina, impedindo a penetração de agentes químicos, físicos e bacteriológicos nos túbulos dentinários.<sup>35</sup>

Mount<sup>43</sup>, em 1995, considerou a união química ocorrida na fixação com cimentos de ionômero de vidro como o resultado de uma permuta iônica entre a estrutura do dente e o cimento. Portanto, o benefício clínico dos cimentos de ionômero de vidro atuando como agentes cimentantes é que eles aderem físico-quimicamente à superfície dentária e também às ligas metálicas usadas nas próteses parciais fixas<sup>60, 27, 40, 49, 58, 53</sup>.

Além das propriedades mecânicas comparáveis às do cimento de fosfato de zinco, no que diz respeito à resistência à compressão, tração, módulo de elasticidade, fluidez no assentamento das coroas, baixa solubilidade após presa final e lixiviamento de fluoretos<sup>09, 05, 46, 59</sup>, ainda apresentam coeficiente de expansão térmica próxima ao do dente e biocompatibilidade pulpar<sup>44</sup>.

Entretanto, outras pesquisas revelaram algumas desvantagens, como sensibilidade do material à umidade nos estágios iniciais de geleificação, fragilidade para resistir ao esforço e estética inaceitável nas restaurações.<sup>17, 29</sup> Além dessas deficiências, de Gee et al.<sup>18</sup>, (1996), e Kerby & Knobloch<sup>28</sup> (1992) relataram, respectivamente, que o cimento de ionômero de vidro convencional possuía um desgaste intermediário com valores muito próximo dos cimentos reforçados com metal; e sem diferença na resistência à tração diametral, ficando o cimento ionomérico modificado por resina com os maiores valores de desgaste, devido a falta de interação entre as cadeias poliméricas resinosas e as formações iônicas ácido/base.

Na Tabela 7.1 estão expressas as médias da força ( $\text{kgf/cm}^2$ ) necessária para o deslocamento, por tração, de coroas totais fixadas com cimento de ionômero de vidro convencional e o modificado por resina, sem ciclagem térmica, onde o cimento modificado obteve um valor médio de resistência de  $25,24 \text{ kgf/cm}^2$  e o cimento convencional de  $15,96 \text{ kgf/cm}^2$ . A Tabela 7.2 mostra os valores das coroas totais fixadas com os dois tipos de cimentos, com ciclagem térmica, verificando-se que o cimento modificado atingiu valores médios de  $18,95 \text{ kgf/cm}^2$  e o convencional  $12,41 \text{ kgf/cm}^2$ . Na Tabela 7.3 as médias de força ( $\text{kgf/cm}^2$ ) necessárias para o deslocamento, por tração, de coroas MOD, fixadas com cimento de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, sem ciclagem térmica, ficando o cimento ionomérico modificado com um valor médio de resistência de  $30,93 \text{ kgf/cm}^2$  e o cimento convencional com  $26,97 \text{ kgf/cm}^2$ .

Portanto, na comparação entre cimentos (Tabela 7.1, 7.2 e 7.3), verifica-se, como o fizeram outros autores<sup>11, 40, 42, 57</sup>, a superioridade do cimento de ionômero de vidro modificado por resina em relação ao convencional, tanto com ou sem ciclagem térmica, nos valores de remoção, por tração, de coroas totais e restaurações de classe II MOD.

A superioridade do cimento de ionômero de vidro modificado por resina verificada em nossos resultados também foi observada por Mitra<sup>41</sup> (1991), quando concluiu que a resistência à tração de cimentos de ionômero de vidro reforçado com resina unido à dentina bovina era superior àquela do cimento convencional e por Vallittu & Forss<sup>55</sup> (1997) quando concluíram que esse material reforçado com resina proporcionava melhores condições para a fixação de coroas totais.

Segundo Burgess et al.<sup>08</sup> (1993) e Eliades & Palaghias<sup>13</sup> (1993), a superioridade desses cimentos em relação aos convencionais deve-se às melhoras nas condições resultantes da manipulação, ser menos quebradiço quando dissecado e ter melhor controle do tempo de geleificação, fatores notadamente superiores. Além disso, os valores de propriedades mecânicas dos cimentos convencionais são baixos quando comparados com materiais ionoméricos que tenham em sua composição a incorporação do monômero resinoso 2-HEMA. A rede de polímero formada entre 2-HEMA e os grupos metacrilatos pendentes das frações ionizadas e não ionizadas do ácido poliacrílico reduz a taxa da reação ácido/base, aparentemente devido à um fenômeno de relação espacial de átomos na molécula. Isto deve ser atribuído à habilidade deste monômero em equilibrar rapidamente a flexibilidade do

material após a fotopolimerização. Além disso, o baixo módulo de elasticidade da resina, que aparentemente reduz o módulo de elasticidade da fase de geleificação do cimento de ionômero de vidro, aumenta a resistência à propagação de trincas, possivelmente pela inibição do mecanismo formador de fendas<sup>08, 13</sup>.

Apesar dessas considerações, a Tabela 7.4 mostra uma exceção, isto é, os valores de resistência à tração de restaurações MOD, fixadas com o cimento de ionômero de vidro convencional e submetidos à ciclagem térmica, foram estatisticamente diferentes e superiores ( $20,83 \text{ kgf/cm}^2$ ) aos obtidos pelo cimento modificado com monômeros resinosos ( $15,25 \text{ kgf/cm}^2$ ).

A inversão desses valores foi, provavelmente, devida a influência do tipo de preparo cavitário na taxa de formação de fendas causadas por tensões de contração de polimerização, não devidamente evidenciadas nos testes sem ciclagem. A complexidade do preparo, constituído de vários planos, ângulos retos e inclinações das paredes laterais e axiais, deve ter dificultado o escoamento do cimento modificado por resina, por ocasião da fixação das restaurações de classe II MOD. Esta dificuldade de escoamento deve ter ocorrido também nos corpos-de-prova sem ciclagem térmica. Entretanto, sem a influência da ciclagem térmica, os valores de resistência à tração foram superiores com o cimento modificado. Por outro lado, sob influência da ciclagem térmica, o efeito da fadiga foi mais evidente no cimento modificado por resina. Em ambos casos, isto é, com e sem ciclo térmico, este fato ocorreu porque os agentes monoméricos contidos no cimento híbrido não foram capazes de efetuar imbricação mecânica eficiente nas irregularidades da



dentina. Nesta interface, com ciclagem térmica, o componente resinoso pouco aderido à dentina sofreu fadiga térmica e provavelmente se desuniu mais facilmente do que a parte ionomérica do cimento, que se manteve unida ionicamente ao cálcio da dentina. Tal situação contribuiu para a baixa resistência da união na interface dentina/cimento, o que não foi devidamente evidenciado quando os corpos-de-prova não foram ciclados. Estes fatores, segundo Maldonado et al.<sup>32</sup> (1978) e Doerr et al.<sup>12</sup> (1996), também podem ter ocorrido devido às diferenças estruturais da dentina onde os preparos foram efetuados, tais como nível de calcificação, espessura da “smear layer” e dureza superficial, todos podendo influir negativamente na resistência à tração, quando sob ação da ciclagem térmica.

Quando os tipos de preparo foram analisados, a Tabela 7.5 mostra as médias de força necessárias para o deslocamento, por tração, de coroas totais ( $15,96 \text{ kgf/cm}^2$ ) e restaurações de classe II MOD ( $26,97 \text{ kgf/cm}^2$ ), fixadas com cimento de ionômero de vidro convencional, sem ciclagem térmica. A Tabela 7.6 mostra a mesma situação anterior, porém com ciclagem térmica, onde a restauração de classe II MOD obteve  $20,83 \text{ kgf/cm}^2$  e a coroa total  $12,41 \text{ kgf/cm}^2$ . A Tabela 7.7 mostra as médias das coroas totais ( $25,24 \text{ kgf/cm}^2$ ) e restaurações de classe II MOD ( $30,93 \text{ kgf/cm}^2$ ), fixadas com cimento modificado por resina, sem ciclagem térmica.

Estes resultados (Tabelas 7.5, 7.6 e 7.7) mostram que os valores de resistência ao deslocamento, por tração, verificado nas restaurações de classe II MOD foram estatisticamente diferentes e superiores às aquelas obtidas com a coroa total. Isto significa que o tamanho em si da área de cimentação não teve

relação direta na retenção das restaurações (MOD e coroa Total). Estes resultados, em favor das restaurações de classe II MOD, provavelmente, também foram determinados pela diferença friccional existente nas paredes internas do preparo das restaurações de classe II MOD, quando comparadas às existentes no preparo para coroas totais. Bernardineli et al.<sup>06</sup>, (1976) e Knibbs et al.<sup>30</sup> (1986), também acreditam que a retenção de uma restauração metálica fundida é determinada em função da expulsividade das paredes axiais do preparo, da rugosidade das mesmas e do tipo de cimento usado.

Entretanto, como observado na Tabela 7.8, as médias de resistência ao deslocamento das coroas totais (18,95 Kg/cm<sup>2</sup>) foram estatisticamente diferentes e superiores às das restaurações de classe II MOD (15,254 Kg/cm<sup>2</sup>), quando fixadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina e submetidas à ciclagem térmica, constituindo-se numa exceção.

Apesar de Oilo<sup>46</sup> (1991) ter verificado que a forma geométrica tradicional do preparo, contendo maiores quantidades de ângulos e profundidades das paredes axiais, é o principal fator na retenção de restaurações metálicas fixadas com cimento de ionômero de vidro, os resultados da Tabela 7.8, onde a coroa total apresentou maiores valores de resistência que o preparo MOD, quando fixada com cimento ionomérico modificado por resina, não confirmam esta afirmação. Neste caso, a ciclagem térmica deve ter produzido diferentes taxas de fadiga no cimento aderido às paredes internas dos preparos, ambos com diferentes formas geométricas (MOD e coroa total). Provavelmente, a forma geométrica mais complexa deve ter dificultado o escoamento do cimento modificado por resina, causando

deficiência de cimentação, não evidenciada nos corpos-de-prova sem ciclagem térmica.

Assim, esta situação pode ter contribuído para a desunião da interface cimento-dente, comprometida pela ciclagem térmica. Nestas condições, as falhas foram do tipo adesiva na dentina, ficando o cimento aderido no metal (Figura 7.13 e 7.14 ).

Considerando que a estrutura da dentina onde se efetua o preparo para coroa total é mais calcificada<sup>39</sup>, quando comparada à do preparo de classe II MOD, a adesão pode ter sido diferentemente influenciada pelo ciclo térmico. Além disso, a espessura da camada e composição da “smear layer”, e a dureza superficial da dentina nessas regiões parecem ser fatores preponderantes na obtenção dos valores de retenção<sup>12, 32</sup>.

Quando o fator ciclagem térmica foi considerado, a Tabela 7.9 mostra as médias de força ( $\text{kgf/cm}^2$ ) necessárias para o deslocamento, das coroas totais, fixadas com cimento de ionômero de vidro convencional. As coroas totais sem ciclagem obtiveram um valor médio de  $15,96 \text{ kgf/cm}^2$  com significancia estatística quando comparadas com as coroas totais cicladas, com valor médio de  $12,41 \text{ kgf/cm}^2$ . A Tabela 7.10 mostra as mesmas condições com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, onde as coroas totais sem ciclagem obtiveram um valor médio de  $25,24 \text{ kgf/cm}^2$  e as coroas totais cicladas de  $18,95 \text{ kgf/cm}^2$ . Já, a Tabela 7.11 mostra as médias das restaurações de classe II MOD, fixadas com cimento de ionômero de vidro convencional, onde as cicladas obtiveram valor médio de  $26,97 \text{ kgf/cm}^2$  e as não cicladas de  $20,83 \text{ kgf/cm}^2$ , com diferenças estatisticamente significantes

entre si. A Tabela 7.12 mostra as médias nas mesmas condições, com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, onde sem ciclagem o valor médio foi de 30,93 kgf/cm<sup>2</sup> e cicladas, de 15,25 kgf/cm<sup>2</sup>.

Estes resultados mostram que independentemente do tipo de cimento utilizado e do tipo de preparo, as situações de ciclagem térmica sempre reduziram os valores de resistência à tração das restaurações metálicas (MOD e coroa total), por ocasionar fadiga térmica no cimento.

Nossos resultados comprovam a ação deletéria da ciclagem térmica sobre a cimentação, assim como o fizeram outras pesquisas contidas na literatura<sup>45, 50</sup>.

## 9 - CONCLUSÃO

## 9 - CONCLUSÃO

De acordo com as análises dos resultados, concluímos que:

1. As médias de resistência de forças à tração das restaurações MOD foram estatisticamente superiores, às médias de resistência das coroas totais com os dois tipos de cimento, com e sem ciclagem térmica, exceto quando as coroas totais foram cimentadas com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com ciclagem térmica.
2. As médias de resistência de forças à tração do cimento de ionômero de vidro modificado por resina, tanto para coroas totais quanto para restaurações MOD, foram estatisticamente superiores, às médias de resistência do cimento de ionômero de vidro convencional, exceto quando as restaurações MOD foram cicladas termicamente.
3. As médias de resistência de forças à tração das coroas totais e restaurações MOD, cimentadas com os dois tipos de cimento e sem ciclagem térmica foram estatisticamente superiores, às com ciclagem térmica .

## **10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

1. ABOUSH, Y.E.Y., JENKINS, C.B.G. An evaluation of the bonding of glass-ionomer restoratives to dentine and enamel. **Br. Dent. J.**, London, v.161, n.5, p.179-184, Sept. 1986.
2. \_\_\_\_\_. 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.147-52, Aug.1987.
3. ADABO, G. L. et al. Influência de diferentes agentes de fixação na resistência de união, por tração, de ligas metálicas fixadas à dentina. **Rev. Odontol. UNESP**, São Paulo, v. 19, n.1, p. 183-9, 1990.
4. ATTIN, T. et al. Influence of enamel conditioning on bond strength of resin-modified glass ionomer restorative materials and polyacid-modified composites. **J. Prosthet. Dent.**, v. 76, n.1, p. 29-33, Jul., 1996.
5. \_\_\_\_\_. Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. **Quintessence Int.**, Carol Stream, v. 27, n. 3, p. 203-9, 1996.
6. BERNARDINELI, N. et al. Influence of cavity shape and roughness on the retention of cemented crowns and MOD inlays. **Estomat. e cult.**, Bauru, v.10, n. 1, p. 27-32, Jan./Jun., 1976.

---

\*De acordo com a NBR 6023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de 1989. Abreviatura dos periódicos conforme o "Word List of Scientific Periodicals".



7. BERRY, E. A., POWERS, J. M. Bond strength of glass ionomers to coronal and radicular dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 19, p. 122-6, 1994.
8. BURGESS, J. O. et al. A comparative study of three glass ionomer base materials. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 6, n. 3, p. 137-41, Jun, 1993.
9. CHRISTENSEN, G. J. Glass ionomer as a luting material. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 120, p. 59-62, Jan., 1990.
10. \_\_\_\_\_. Cements used for full crown restorations: a survey of the American Academy of Esthetic Dentistry. **J. Esthet. Dent.**, v. 9, n. 1, p.20-26, 1997.
11. CONTI, M., MUENCH, A. Resistência ao dobramento e união à dentina de cimentos de ionômeros de vidro. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, v. 9, n. 3, p. 171-5, Jul./Set., 1995.
12. DOERR, C. L. et al. Effect of thermocycling on the microleakage of conventional and resin-modified glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 9, n. 1, p. 19-21, Feb., 1996.
13. ELIADES, G., PALAGHIAS, G. In vitro characterization of visible light-cured glass ionomer liners. **Dent. Mater.**, Washington, v. 9, p. 198-203, May, 1993.

14. FICHMAN, D. M., GUIDI, D. O cimento de ionômero de vidro como agente de cimentação. **Rev. Paul. Odontol. São Paulo**, São Paulo, v. 13, n. 6, p. 46- 7, Nov./Dec., 1991.
15. FINGER, W. Evaluation of glass ionomer luting cements. **Scand. J. Dent. Res.**, Chicago, v. 91, n.2, p. 143-9, 1983.
16. FRITZ, U. B. et al. Resin-modified glass ionomer cements: bonding to enamel and dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 12, n.3, p. 161-6, May, 1996.
17. FRUITS, T. J. et al. Uses and properties of current glass ionomer cements: a review. **Gen. Dent.**, v.44, n.5, p. 410-8, Sept./Oct., 1996.
18. GEE, A. J. et al. Early and long-term wear of conventional and resin-modified glass ionomers. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 75, n. 8, p. 1613-9, Aug., 1996.
19. GERDULLO, M. L. et al. Resistência à compressão e à tração diametral de cimentos de ionômeros de vidro indicados para cimentação. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 17-22, Jan./Mar., 1995.
20. GIECK, K. **Manual de fórmulas técnicas** 25 ed. São Paulo: Hemus, p.12-14, 1987.

21. GLADYS, S. et al. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 76, n. 4, p. 883-94, Apr., 1997.
22. HINOURA, K. et al. Dentin bond strength of light-cured glass-ionomer cements. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 70, n. 12, p. 1542-4, Dec., 1991.
23. 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.
24. INTERNATIONAL STANDARD 7489 (ISO) Dental Glass Polyalkenoate Cements. 1988.
25. JOHNSON, G. H. et al. Changes in properties of glass-ionomer luting cements with time. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 13, n.4, p. 191-6, 1988.
26. KANCHANAVASITA, W. et al. Water sorption characteristics of resin-modified glass-ionomer cements. **Biomaterial**, v. 18, n.4, p.343-9, Feb. 1997.
27. KENT, B.E. et al. The properties of a glass ionomer cement. **Br. Dent. J.**, London, v.135, n.7, p.322-6, Oct. 1973.
28. KERBY, R. E., KNOBLOCH, L. Strength characteristics of glass-ionomer cements. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 17, n.5, p. 170-4, 1992.

29. KERBY, R. E. et al. Strength properties of visible-light-cured resin-modified glass-ionomer cements. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 22, n.2, p. 79-83, Mar., 1997.
  
30. KNIBBS, P. J. et al. The performance of a zinc polycarboxylate luting cement and a glass-ionomer luting cement in general dental practice. **Br. Dent. J.**, London, v. 160, n.1, p. 13-5, 1986.
  
31. LANCEFIELD, W.R. Tensile bond strength of a glass-ionomer cement. **J. Prosth. Dent.**, Saint Louis, v.53, n.2, p. 194-198, Feb. 1985.
  
32. MALDONADO, A. et al. An "in vitro" study of certain properties of a glass ionomer cement. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicagoo, v.96 , n.5, p.785-791, May, 1978.
  
33. Manual do perfil técnico do produto 3M Vitremer ionômero de vidro para cimentação. Campinas, SP. 1995.
  
34. MARTINS, F. **Influência do óxido de zinco e eugenol contido nos cimentos provisórios sobre a remoção, por tração, de coroas totais de níquel-cromo cimentadas sobre dentina.** Tese - (Mestrado em Materiais Dentários), Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, 1995.

35. MASON, P. N., FERRARI, M. In vivo evaluation of glass-ionomer cement adhesion to dentin. **Quintessence. Int.**, Carol Stream, v. 25, n.7, p. 499-504, 1994.
36. MATHIS, R. S., FERRACANE, J. L. Properties of a glass-ionomer/resin-composite hybrid material. **Dent. Mater.**, Washington, v. 5, n.5, p. 355-8, Sep., 1989.
37. McCOMB, D. Retention of castings with glass ionomer cement. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v 48, n.3, p. 285- 8, Sep., 1982.
38. McLEAN, J. W. et al. Development and use of water-hardening glass-ionomer luting cements. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v 52, n.2, p. 175-81, Aug., 1984.
39. MELLO CESAR, A. S.; SALLUM A. W. **Etiologia e terapêutica da hipersensibilidade dentinária.** Cadernos Associação Brasileira de Odontologia Preventiva, 1992.
40. MITCHELL, C. A. et al. Comparative study of four glass ionomer luting cements during post pull-out tests. **Dent. Mater.**, Washington, v. 10, p. 88-91, Marc., 1994.
41. MITRA, S. B. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. **J. Dent. Res.**, Chicago, v 70, n.1, p. 72-4, Jan., 1991.

42. MOMOI, Y., et al. Flexural properties of resin-modified "hybrid" glass-ionomers in comparison with conventional acid-base glass-ionomers. **Dent. Mater.**, Washington, v. 14, n. 2, p. 109-19, 1995.
43. MOUNT G. J. Some physical and biological properties of glass ionomer cement. **Int. Dent.**, London, v. 45, n.2, p. 135-40, Apr., 1995.
44. NAVARRO, M.F.L. et al. O que é preciso saber a respeito de ionômero de vidro? In: FELLER, C., BOTTINO, M.A., coord. **Atualização na clínica odontológica: a prática na clínica geral.** São Paulo: Artes Médicas, 1994. cap. 4, p.61-74.
45. NEDER, V. M. et al. Estudo comparativo da resistência à tração da cimentação adesiva de peças de Ni-Cr em dentina. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 10, n.3, p. 189-94, Jul./Set., 1996.
46. OILO, G. Luting cements: a review and comparison. **Int. Dent.**, London, v. 41, n.2, p. 81-8, 1991.
47. PAULILLO, L. A. et al. Cimento de ionômero de vidro – resistência ao deslocamento com diferentes tipos de tratamento em dentina. **Rev. Bras. Odontol.**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 8-11, Mar./Abr., 1992.

48. PEDDEY, M. The bond strength of polycarboxylic acid cements to dentine: effect of surface modification and time after extraction. **Aust. Dent. J.**, Saint Leonards, v.26, n.3, p.178-180, Jun., 1981.
49. REISBICK, M. H. Working qualitties of glass-ionomer cements. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v 46, n. 5, p. 525-30, Nov., 1981.
50. RODRIGUES, M. L., MUENCH, A. Adesividade do cimento de ionômero de vidro à dentina e ligas odontológicas. **Rev. Paul. Odontol.**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 18-23, Maio/Jun., 1994.
51. SIDHU, S. K., WATSON, T. F. Resin-modified glass-ionomer materials. Part 1: properties. **Dent. Update**, v. 22, n.10, p. 429-32, 1995.
52. THONEMANN, B. et al. Resin-modified glass ionomers for luting posterior ceramic restorations. **Dent. Mater.**, Washington, v. 11, n.3, p. 161-8, May, 1995.
53. TORTAMANO NETO, P. et al. Comparação entre o cimento de fosfato de zinco e ionômero de vidro como agentes de cimentação. **Rev. Paul. Odontol.**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 28-39, Nov./Dez., 1989.
54. TYLER, M. W. et al. The effect of pulpal fluid flow on tensile bond strength of a glass-ionomer cement: an in vivo and in vitro comparison. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 19, p. 116-20, 1994.

55. VALLITTU, P. K., FORSS, H. Adhesion of glass ionomer cement to a ceramometal alloy. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v. 77, n. 1, p. 12-16, Jan., 1997.
56. WHITE, S. N. et al. Microleakage of new crown and fixed partial denture luting agents. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v. 67, n.2, p. 156-61, Feb., 1992.
57. WHITE, S. N., YU, Z. Compressive and diametral tensile strengths of current adhesive luting agents. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v. 69, n.6, p. 568-72, Jun., 1993.
58. WILSON A. D. A hard decade's work: steps in the invention of the glass-ionomer cement. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 75, n.10, p. 1723-7, 1996.
59. WILSON, A. D. et al. Experimental luting agents based on the glass ionomer cements. **B. Dent. J.**, London, v 142, n.4, p. 117-22, Feb, 1977.
60. WILSON, A.D., KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry: the glass ionomer cement. **B. Dent. J.**, London, v.132, n.4, p.133-5, Feb.1972.
61. YAP, A. U. J. Resin-modified glass ionomer cements: a comparison of water sorption characteristics. **Biomaterials**, v. 17, n. 19, p. 1897-900, 1996.



62. YAP, A., LEE, C. M. Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 24, n.4, p. 310-4, Apr., 1997.

11 - SUMMARY

## 11 - SUMMARY

The object of this study was to verify the resistance to tension strength of total and inlays MOD metallic crowns, cemented to human teeth with glass ionomer luting cement Shofu GlasIonomer and resin-modified glass ionomer luting cement Vitremer-3M. Sixty-four sound, recently-extracted human molars were used. The dental crown of each tooth was machined initially in a mechanical lathe until the form adequate for the preparation for a total and inlays MOD crown was obtained, later, the handpiece was used to finish the preparation. The total and inlays MOD crowns were obtained by the lost-wax dental casting method, using a Ni-Cr based alloy. The prepared teeth, with their respective cast crowns, were separated into eight groups of 8 teeth each, cemented with the two cements, with and without termical cycle. Analysis of the variations recorded, in reference to the Tukey test, showed that the average values obtained for the eight groups did show a statistically significant differences in the comparison of the two materials, and with the two preparation, with and without termical cycle. Analysing the results the autours concluded that the resin-modified glass ionomer luting cement Vitremer-3M have the most resistance of tension strength in all cases, except with inlay MOD metallic Ni-Cr crowns with termical cycle.

Keys-word: Dental prosthesis

Dental cements

Tension strength.

## 12 - APÊNDICE

## 12 – APÊNDICE

## RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DE COROAS TOTAIS

GRUPO A ( Cimento Ionômero de Vidro SHOFU GLASIONOMER)

COM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em Kgf.

1- 12,59

2- 14,99

3- 15,29

4- 17,69

5- 16,58

6- 14,79

7- 13,49

8- 14,68

GRUPO B ( Cimento Ionômero de Vidro SHOFU GLASIONOMER)

SEM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em Kgf.

9- 18,99

10- 16,18

11- 19,89

12- 19,98

13- 16,98

14- 20,59

15- 23,09

16- 18,79

GRUPO C ( Cimento Ionômero de Vidro VITREMER-3M)  
COM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em Kgf.

17-	21,00
18-	21,69
19-	22,00
20-	25,68
21-	23,00
22-	24,59
23-	23,49
24-	22,00

GRUPO D ( Cimento Ionômero de Vidro VITREMER-3M )  
SEM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em Kgf.

25-	28,79
26-	29,49
27-	28,68
28-	30,00
29-	30,29
30-	32,08
31-	33,58
32-	31,39

**RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DE CAVIDADE CLASSE II****GRUPO E ( Cimento Ionômero de Vidro SHOFU GLASIONOMER)  
COM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em kgf**

- 1- 13,100
- 2- 12,800
- 3- 10,800
- 4- 8,600
- 5- 12,500
- 6- 10,850
- 7- 9,800
- 8- 9,900

**GRUPO F ( Cimento Ionômero de Vidro SHOFU GLASIONOMER)  
SEM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em kgf**

- 9- 14,500
- 10- 12,600
- 11- 15,700
- 12- 13,300
- 13- 15,400
- 14- 16,100
- 15- 13,100
- 16- 13,700

GRUPO G ( Cimento Ionômero de Vidro VITREMER-3M )  
COM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em kgf

17-	7,600
18-	8,000
19-	8,200
20-	9,800
21-	7,900
22-	6,100
23-	9,000
24-	8,100

GRUPO H ( Cimento Ionômero de Vidro VITREMER-3M )  
SEM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em kgf

25-	18,300
26-	16,500
27-	14,500
28-	15,500
29-	17,300
30-	14,800
31-	16,200
32-	18,100



Quadro 12.1 – Análise de variância para os valores de resistência à tração de duas restaurações metálicas fundidas, fixadas com diferentes tipos de materiais sob condição de ciclagem térmica ou não.

Quadro da análise de variância

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	valor F	Prob.>F
Preparo	1	459,1908119	459,1908119	103,4156	0,00001
Material	1	201,8170282	201,8170282	45,4517	0,00001
Tratamento	1	1003,0675820	1003,0675820	225,9035	0,00001
PreXmat	1	303,9360609	303,9360609	68,4502	0,00001
PreXtrat	1	143,5508633	143,5508633	32,3295	0,00001
MatXtrat	1	150,7683218	150,7683218	33,9549	0,00001
PreXmatXtrat	1	46,2905502	46,2905502	10,4252	0,00244
Residuo	56	248,6539328	4,4402488		
Total	63	2557,2751512			

Média Geral = 20,821718

Coefficiente de variação = 10,120%

## CÁLCULO DA CARGA DE TRAÇÃO POR ÁREA

O cálculo da área do preparo para determinar a carga de força de tração por unidade de área, deve ser o produto da divisão da carga da força de tração da máquina, expressa em Kgf., pela área do preparo dentário esposto em  $\text{cm}^2$ , cujo resultado será em  $\text{Kg/cm}^2$ .

### 1. Determinação da área da COROA TOTAL.

#### 1.1 ÁREA DO TRONCO DE CONE

$$A_m = \pi/2 \cdot m (D + d)$$

onde:  $A_m$  = Área média

$$\text{onde: } m = \sqrt{(D-d)^2/4 + h^2}$$

$m$  = mediatriz

$h$  = altura

$D$  = Base maior

$$m = \sqrt{(7-5)^2/4 + 4^2}$$

$d$  = Base menor

$$m = \sqrt{1 + 16}$$

$$m = 4,12 \text{ mm}$$

Então:

$$A_m = 3,14/2 \cdot 4,12 \cdot 12$$

$$\text{pois: } 1\text{cm} = 10\text{mm}$$

$$A_m = 1,57 \cdot 4,12 \cdot 12$$

$$1\text{cm}^2 = 10^2\text{mm}^2 = 100\text{mm}^2$$

$$A_m = 77,6 \text{ mm}^2 \text{ ou } 0,77 \text{ cm}^2$$

### 1.2 ÁREA DA COROA CIRCULAR

$$A_c = \pi/4 \cdot (D^2 - d^2)$$

$$A_c = 3,14/4 \cdot (0,9^2 - 0,7^2)$$

$$A_c = 3,14/4 \cdot 0,32$$

$$A_c = 0,78 \cdot 0,32$$

$$A_c = 0,249 \text{ cm}^2 \cong 0,25 \text{ cm}^2$$

### 1.3 ÁREA DA FACE OCLUSAL DO PREPARO DENTÁRIO

$$A_o = \pi \cdot D^2/4$$

$$A_o = 3,14 \cdot 0,5^2/4$$

$$A_o = 0,78/4$$

$$A_o = 0,19 \text{ cm}^2$$

### 1.4 ÁREA TOTAL DA COROA TOTAL

$$A_t = A_m + A_c + A_o$$

$$A_t = 0,77 + 0,25 + 0,19$$

$$\underline{A_t = 1,21 \text{ cm}^2}$$

## 2. Determinação da área da RESTAURAÇÃO MOD.

### 2.1 Área da parede oclusal da caixa oclusal

$$Am = A \times B$$

$$Am = 2 \times 3$$

$$\underline{Am = 6,0 \text{ mm}^2}$$

### 2.2 Área da parede lateral da caixa oclusal

OBS: Pela expulsividade da parede lateral de  $8^\circ$ , calculamos altura da mesma.

$$\cos 8^\circ = X/1,0$$

$$0,99 = X/1,0$$

$$X = 1,0/0,99$$

$$X = 1,01 \text{ mm}$$

Agora calculemos a área da parede lateral

$$Am = L \times L$$

$$Am = 3,0 \times 1,01$$

$$Am = 3,03 \text{ mm}^2 \quad (\times 2 - \text{duas paredes})$$

$$Am = 6,06 \text{ mm}^2$$

### Área total da Caixa Oclusal

$$At = 6,0 + 6,06$$

$$\underline{At = 12,06 \text{ mm}^2}$$

### 2.3 Área da Caixa Proximal

Parede cervical da caixa oclusal:

$$Am = a + b/2 \cdot h$$

$$Am = 4,5/2 \cdot 2,0$$

$$Am = 4,5 \text{ mm}^2$$

Parede axial da caixa proximal:

$$Am = L \times L$$

$$Am = 2,0 \times 2,0$$

$$Am = 4,0 \text{ mm}^2$$

Parede lateral da caixa proximal:

Obs: Novamente, pela expulsividade cérvico-oclusal de 8° da parede lateral da caixa proximal, calculamos comprimento da parede.

$$\cos 8^\circ = 3,0/X$$

$$0,99 = 3,0/X$$

$$X = 3,0/0,99$$

$$X = 3,03 \quad \text{então;}$$

$$\text{Área da parede} = Am = L \times L$$

$$Am = 3,03 \times 2,0$$

$$Am = 6,06 \text{ mm}^2$$

Porém, são duas paredes laterais, então:

$$\text{Área total das paredes laterais} = \underline{12,12 \text{ mm}^2}$$

$$At = 4,5 + 4,0 + 12,12$$

$$At = 20,62 \text{ mm}^2 \quad (\times 2 \text{ caixas proximais})$$

$$At. \text{ das 2 caixas proximais} = 41,24 \text{ mm}^2$$

$$At \text{ preparo} = A. \text{ caixa oclusal} + A. \text{ das duas caixas proximais.}$$

$$Atp = 12,06 + 41,24$$

$$Atp = 53,30 \text{ mm}^2$$

$$\underline{Atp = 0,5330 \text{ cm}^2}$$

## **Resultados convertidos.**

### RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DE COROAS TOTAIS

GRUPO A ( Cimento Ionômero de Vidro SHOFU GLASIONOMER)

COM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em  $\text{kgf/cm}^2$

1. 10,41
2. 12,39
3. 12,64
4. 14,62
5. 13,71
6. 12,23
7. 11,15
8. 12,14

**GRUPO B ( Cimento Ionômero de Vidro SHOFU GLASIONOMER)****SEM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em  $\text{kgf/cm}^2$** 

- 9. 15,70
- 10. 13,38
- 11. 16,44
- 12. 16,52
- 13. 14,04
- 14. 17,02
- 15. 19,09
- 16. 15,53

**GRUPO C ( Cimento Ionômero de Vidro VITREMER-3M)****COM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em  $\text{kgf/cm}^2$** 

- 17. 17,35
- 18. 17,93
- 19. 18,18
- 20. 21,23
- 21. 19,00
- 22. 20,33
- 23. 19,42
- 24. 18,18

## GRUPO D ( Cimento Ionômero de Vidro VITREMER-3M )

SEM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em  $\text{kgf/cm}^2$ 

25. 23,80

26. 24,38

27. 23,71

28. 24,79

29. 25,04

30. 26,52

31. 27,76

32. 25,95

## RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DE CAVIDADE CLASSE II

## GRUPO E ( Cimento Ionômero de Vidro SHOFU GLASIONOMER)

COM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em  $\text{kgf/cm}^2$ 

1. 24,71

2. 24,15

3. 20,37

4. 16,22

5. 23,58

6. 20,47

7. 18,49

8. 18,67



## GRUPO F ( Cimento Ionômero de Vidro SHOFU GLASIONOMER)

SEM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em  $\text{kgf/cm}^2$ 

- 9. 27,35
- 10. 23,77
- 11. 29,62
- 12. 25,09
- 13. 29,05
- 14. 30,37
- 15. 24,71
- 16. 25,84

## GRUPO G ( Cimento Ionômero de Vidro VITREMER-3M )

COM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em  $\text{kgf/cm}^2$ 

- 17. 14,33
- 18. 15,09
- 19. 15,47
- 20. 18,49
- 21. 14,90
- 22. 11,50
- 23. 16,98
- 24. 15,28

## GRUPO H ( Cimento Ionômero de Vidro VITREMER-3M )

SEM CICLAGEM TÉRMICA – Expresso em  $\text{kgf/cm}^2$ 

25. 34,52

26. 31,13

27. 27,35

28. 29,24

29. 32,64

30. 27,92

31. 30,56

32. 34,15

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE PREPARO

DENTRO DE SHOFU DO FATOR MATERIAL E C/CICLO DO FATOR TRATAMENTO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	CLASSE II	8	20.832500	20.832500	a	A
2	1	COROATOT	8	12.411250	12.411250	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE PREPARO

DENTRO DE SHOFU DO FATOR MATERIAL E S/CICLO DO FATOR TRATAMENTO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	CLASSE II	8	26.974998	26.974998	a	A
2	1	COROATOT	8	15.965000	15.965000	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE PREPARO

DENTRO DE VITREMER DO FATOR MATERIAL E C/CICLO DO FATOR  
TRATAMENTO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	COROATOT	8	18.952499	18.952499	a	A
2	2	CLASSE II	8	15.254999	15.254999	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE PREPARO

DENTRO DE VITREMER DO FATOR MATERIAL E C/CICLO DO FATOR  
TRATAMENTO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	CLASSE II	8	30.938751	30.938751	a	A
2	1	COROATOT	8	25.243750	25.243750	b	B

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO.

D.M.S. 5% = 2.11283 - D.M.S. 1% = 2.81016.

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE MATERIAL

DENTRO DE COROATOT DO FATOR PREPARO E C/CICLO DO FATOR TRATAMENTO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VITREMER	8	18.952499	18.952499	a	A
2	1	SHOFU	8	12.411250	12.411250	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE MATERIAL

DENTRO DE COROATOT DO FATOR PREPARO E S/CICLO DO FATOR TRATAMENTO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VITREMER	8	25.243750	25.243750	a	A
2	1	SHOFU	8	15.965000	15.965000	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE MATERIAL

DENTRO DE CLASSE II DO FATOR PREPARO E C/CICLO DO FATOR TRATAMENTO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SHOFU	8	20.832500	20.832500	a	A
2	2	VITREMERI	8	15.254999	15.254999	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE MATERIAL

DENTRO DE CLASSE II DO FATOR PREPARO E S/CICLO DO FATOR TRATAMENTO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VITREMER	8	30.938751	30.938751	a	A
2	1	SHOFU	8	25.243750	25.243750	b	B

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO.

D.M.S. 5% = 2.11283 - D.M.S. 1% = 2.81016.

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE TRATAMENTO

DENTRO DE COROATOT DO FATOR PREPARO E SHOFU DO FATOR MATERIAL

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	S/CICLO	8	15.965000	15.965000	a	A
2	1	C/CICLO	8	12.411250	12.411250	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE TRATAMENTO

DENTRO DE COROATOT DO FATOR PREPARO E VITREMER DO FATOR MATERIAL

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	S/CICLO	8	25.243750	25.243750	a	A
2	1	C/CICLO	8	18.952499	18.952499	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE TRATAMENTO

DENTRO DE CLASSE II DO FATOR PREPARO E SHOFU DO FATOR MATERIAL

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	S/CICLO	8	26.974998	26.974998	a	A
2	1	C/CICLO	8	20.832500	20.832500	b	B

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE TRATAMENTO

DENTRO DE CLASSE II DO FATOR PREPARO E VITREMER DO FATOR MATERIAL

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	S/CICLO	8	30.938751	30.938751	a	A
2	1	C/CICLO	8	15.254999	15.254999	b	B

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO.

D.M.S. 5% = 2.11283 - D.M.S. 1% = 2.81016.