



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**



CLAUDIO FIGUEIRÓ  
Cirurgião Dentista

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

**INFLUÊNCIA DA CONVERGÊNCIA AXIAL E DO ALÍVIO  
INTERNO NA ADAPTAÇÃO E RESISTÊNCIA À REMOÇÃO  
POR TRAÇÃO DE COROAS TOTAIS CIMENTADAS COM  
CIMENTOS RESINOSOS.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia  
de Piracicaba da Universidade Estadual de  
Campinas, para a obtenção do grau de  
Doutor em Clínica Odontológica, Área de  
Prótese Dental.

Piracicaba  
2000

i

UNICAMP

CLAUDIO FIGUEIRÓ

# INFLUÊNCIA DA CONVERGÊNCIA AXIAL E DO ALÍVIO INTERNO NA ADAPTAÇÃO E RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO DE COROAS TOTAIS CIMENTADAS COM CIMENTOS RESINOSOS.

200411037

Este exemplar foi depositado no Conselho de Acordo com o Conselho de Ensino e Pesquisa em 07/02/2004

Assinatura do Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do grau de Doutor em Clínica Odontológica, Área de Prótese Dental.

Orientador:

Prof. Dr. Frederico Andrade e Silva  
FOP - UNICAMP.

Piracicaba  
2000

UNIDADE BC  
 N.º CHAMADA:  
UNICAMP  
F469i  
 V. \_\_\_\_\_ Ex. \_\_\_\_\_  
 TOMBO BC/ 44719  
 PROC. 16-392/02  
 C  D   
 PREÇO R\$ 11,00  
 DATA 14/06/02  
 N.º CPD \_\_\_\_\_

CM00156324-4

### Ficha Catalográfica

F469i Figueiró, Claudio.  
 Influência da convergência axial e do alívio interno na adaptação e resistência à remoção por tração de coroas totais cimentadas com cimentos resinosos. / Claudio Figueiró. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.  
 xii, 93f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Frederico Andrade e Silva.  
 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Prótese dentária. 2. Coroas (Odontologia). 3. Materiais dentários. 4. Propriedades mecânicas. 5. Boca – Adaptação. I. Silva, Frederico Andrade e. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 20 de Outubro de 2000, considerou o candidato CLAUDIO FIGUEIRÓ aprovado.

1. Prof. Dr. FREDERICO ANDRADE E SILVA

2. Prof. Dr. ANTONIO GIORDANI

3. Prof. Dr. ARNALDO POMÍLIO

4. Prof. Dr. MATSUIOSHI MORI

5. Prof. Dr. WILKENS AURELIO BUARQUE E SILVA

Aos meus pais, Noely e Ilse, pelo  
incentivo, compreensão e carinho.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

**Ao Professor Dr. Frederico Andrade e Silva, pela orientação recebida e pela sua  
disponibilidade no decorrer do trabalho.**

**Agradeço ao apoio, amizade e compreensão.**

## AGRADECIMENTOS

A *Deus* que me deu força, paz e equilíbrio, indispensáveis para conseguir chegar ao fim desta caminhada.

Ao amigo *Sidney Saint'Clair Santos*, pela amizade e parceria.

Ao amigo *Wilkens Aurélio Buarque e Silva* pela amizade e companheirismo.

Ao Prof. Dr. *Simonides Consani*, pela cedência das instalações do laboratório de materiais dentários (FOP/UNICAMP), bem como do microscópio comparador e da máquina INSTRON para a realização dos ensaios.

Ao Prof. *Luis André Freire Pimenta* pela cedência da máquina de ciclagem térmica da disciplina de Dentística (FOP/UNICAMP).

À empresa *KGSorensen* pela doação dos discos diamantados para a realização dos cortes das coroas.

À empresa *Labordental* pela doação do material necessário para o enceramento das coroas.

À Prof.<sup>a</sup> *Glaucia* (FOP/UNICAMP) pela análise estatística do trabalho.

À Sra. *Marilene Girello* pela revisão das referências bibliográficas do trabalho.

Ao Sr. *Marcos B. Cangiani*, pelas orientações recebidas referente aos equipamentos utilizados na disciplina de materiais dentários.

Ao Sr. *Eduardo Campos* e a Sra. *Maria Cecília Gomes*, técnicos em prótese dental, pela colaboração nas etapas laboratoriais.

Aos amigos *Paulo e Rosanara Peres*, pela amizade e pelo incentivo constante no decorrer do trabalho.

À amiga *Kátia Olmedo Braun*, pela amizade e apoio durante todo o curso de pós-graduação.

Aos colegas do curso de *Pós-graduação em Clínica Odontológica* e aos colegas do curso de *Especialização* em Prótese Dental da FOP/UNICAMP, pela amizade e companheirismo.

## SUMÁRIO

LISTAS .....	1
Listas de abreviaturas e siglas:.....	1
RESUMO .....	2
ABSTRACT .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1. Comparativo entre dente bovino e dente humano: .....	6
2.2. Convergência axial de preparos para coroa total:.....	13
2.3. Utilização de espaçadores na confecção de coroas totais: .....	17
2.4. Adaptação cervical de restaurações:.....	23
2.5. Ensaio de resistência à tração: .....	32
3. PROPOSIÇÃO.....	37
4. MATERIAIS E MÉTODO .....	38
4.1. MATERIAIS.....	38
4.2. MÉTODO.....	39
4.2.1. Confecção do preparo:.....	39
4.2.2. Obtenção das coroas:.....	42
4.2.3. Cimentação das coroas nos preparos:.....	45
4.2.4. Ciclagem Térmica dos corpos-de-prova: .....	47
4.2.5. Avaliação da adaptação das coroas: .....	48
4.2.6. Avaliação da resistência à tração das coroas:.....	49
5. RESULTADOS.....	51
5.1. Discrepância marginal vertical:.....	51
5.1.1. Efeito do grau de convergência axial:.....	52
5.1.1.1. Efeito do grau de convergência axial na discrepância marginal vertical, com alívio interno:.....	52
5.1.1.2. Efeito do grau de convergência axial na discrepância marginal vertical, sem alívio interno: .....	53
5.1.2. Efeito do alívio interno: .....	53
5.1.2.1. Efeito da utilização do alívio interno na discrepância marginal vertical, na convergência axial de 24°: .....	53
5.1.2.2. Efeito da utilização do alívio interno na discrepância marginal vertical, na convergência axial de 32°: .....	54
5.1.3. Efeito do agente cimentante:.....	55
5.1.3.1. Efeito do agente cimentante na discrepância marginal vertical, na convergência axial de 24°: ...	55
5.1.3.2. Efeito do agente cimentante na discrepância marginal vertical, na convergência axial de 32°: ...	55
5.2. Resistência à Tração: .....	56
5.2.1. Efeito do grau de convergência axial:.....	57
5.2.1.1. Efeito do grau de convergência axial na resistência à tração, com alívio interno:.....	57
5.2.1.2. Efeito do grau de convergência axial na resistência à tração, sem alívio interno: .....	58
5.2.2. Efeito do alívio interno: .....	59
5.2.2.1. Efeito da utilização do alívio interno na resistência à tração, na convergência axial de 24°: .....	59
5.2.2.2. Efeito da utilização do alívio interno na resistência à tração, na convergência axial de 32°: .....	59
5.2.3. Efeito do agente cimentante:.....	60
5.2.3.1. Efeito do agente cimentante na resistência à tração, na convergência axial de 24°: .....	60
5.2.3.2. Efeito do agente cimentante na resistência à tração, na convergência axial de 32°: .....	61
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	62
6.1. Efeito do Grau de Convergência Axial:.....	62
6.2. Efeito do Alívio Interno:.....	63
6.3. Efeito do Agente Cimentante:.....	64
7. CONCLUSÃO .....	66
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
9. APÊNDICE.....	74

# LISTAS

## ***Listas de abreviaturas e siglas:***

Apud = em

et al. = e outros (abreviatura de “et alii”)

etc.= e as demais coisas (abreviatura de “et cetera”)

In = em

µm = micrometro

µg = micrograma

µ = microm

lb = libra

MPa = Megapascal

°C = graus celsius

Fig. = figura

Graf. = gráfico

Tab. = Tabela

Dms = diferença mínima significativa

40x = quarenta vezes

Kgf = Quilograma-força

PVC = Polivinilcloro

NiCr = Níquel-cromo

CON = CONV = Convergência

ALI = Alívio

CIM = Cimento

SB = Scotchbond

EF = Enforce com flúor

24° = vinte e quatro graus

32° = trinta e dois graus

ADA = Associação Dental Americana

% = por cento

± = mais ou menos

Kg = Quilograma

N = Newton

## RESUMO

Este estudo avaliou a influência da convergência axial e do alívio interno na adaptação e resistência à tração de coroas totais cimentadas com o cimento resinoso Scotchbond (3M) e com o cimento Enforce com Flúor (Dentsply). Foram realizados preparos padronizados do tipo coroa total em 160 dentes incisivos bovinos, nos quais foram confeccionadas coroas metálicas em NiCr. Foram formados oito grupos de acordo com: convergência axial (24° e 32°), utilização de alívio e agente cimentante utilizado. As coroas foram cimentadas seguindo as orientações dos fabricantes, utilizando uma carga estática de 9 Kgf durante 2 minutos. Os corpos-de-prova receberam uma ciclagem térmica (1500 ciclos nas temperaturas de 5°C ± 2°C e 55°C ± 2°C). Metade das coroas foram seccionadas longitudinalmente utilizando um disco diamantado, no seu terço médio no sentido vestibulo-lingual. As faces obtidas foram incluídas em resina acrílica autopolimerizável, sendo posteriormente realizado polimento com lixas d'água em uma politriz de bancada. A adaptação das coroas foi medida em um microscópio comparador (Leitz) com o aumento de 40X, e a resistência à tração foi medida em uma máquina de testes Universal (Instron). Os resultados foram agrupados e submetidos à uma análise de variância. O resultado da análise de variância mostrou-se significativo ao nível de 5%, sendo realizado o teste de Tukey para a comparação das médias. Conforme a metodologia adotada concluiu-se que: 1) o aumento da convergência axial de 24° para 32°, melhorou a adaptação das coroas totais; 2) a utilização de alívio interno nas coroas totais melhorou a adaptação cervical; 3) o cimento resinoso Scotchbond proporcionou uma melhor adaptação cervical nas coroas totais quando comparado com o cimento Enforce; 4) o aumento da convergência axial de 24° para 32°, diminuiu a resistência à tração do cimento Scotchbond; 5) a utilização de alívio interno nas coroas totais diminuiu a resistência à tração das mesmas; 6) na convergência de 24°, o cimento Scotchbond apresentou maior resistência à tração quando comparado com o cimento Enforce.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the influence of axial convergence and relief on the marginal adaptation and retention of cemented complete crowns with Scotchbond resin cement (3M) and Enforce resin cement (Dentsply). Sixteen hundred recently extracted bovine incisors were prepared to receive full cast crowns, standardized preparations were made and the crowns were made in a Ni-Cr alloy. Eight groups were formed according to: axial convergence (24° and 32°), relief and luting agent. The crowns were cemented according to the manufacturer's instructions, utilizing a 9 Kg static load for two minutes. The specimens were thermocycled for 1500 cycles (5°C ± 2°C e 55°C ± 2°C). The crowns were sectioned with a diamond disk and polished. The marginal adaptation was measured using a microscope with 40X of magnification (Leitz). The results were submitted to the analysis of variance (ANOVA). The results of analysis were significant at the 5% level, and the Tukey multiple comparisons test was applied at the 5% level of significance. We concluded: 1) the crown adaptation was improved with the increase of the convergence of the 24° to 32°; 2) the crown adaptation was improved with the relief; 3) the crown adaptation was improved with scotchbond resin cement when it was comparable to enforce resin cement; 4) the increase of the convergence of the 24° to 32° decreased the crown retention to scotchbond resin cement; 5) The relief decreased the crown retention; 6) the crown retention was improved on axial convergence of 24° to scotchbond resin cement when comparable to enforce resin cement.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo RIBEIRO<sup>40</sup> (1977), se todos os passos forem executados obedecendo fundamentos biológicos e mecânicos, uma peça inerte estará transformando-se em um aparelho terapêutico, portador de qualidades biomecânicas, que o tornem capaz de restaurar parte ou toda a dentição, protegendo as estruturas de sustentação e integrando-se harmoniosamente ao sistema mastigatório.

A integração desta prótese ao sistema mastigatório passa obrigatoriamente pela sua cimentação aos dentes-suporte, com substâncias cimentantes convencionais (cimento de fosfato de zinco) ou cimentos adesivos (cimentos resinosos, cimentos de poliacarboxilato de zinco e cimentos de ionômero de vidro), que tem se mostrado problemática em alguns aspectos.

Contatos prematuros detectados com as peças já cimentadas, embora as provas antes da cimentação tenham mostrado que a oclusão estivesse equilibrada, apresentam conseqüências desagradáveis que podem ocorrer a curto prazo como: desajustes cervicais inaceitáveis, exposição excessiva de cimento, aumento da linha de cimento com conseqüente aumento da infiltração marginal, reincidência de cárie, inflamação gengival, deslocamento da prótese e processos inflamatórios que podem evoluir para quadros infecciosos e necróticos.

Por outro lado, alguns profissionais, na tentativa de compensar falhas nos estágios iniciais da confecção de uma prótese, esperam da cimentação a resolução destas eventuais deficiências. Dessa falsa expectativa, certamente, resultará em um aparelho pouco confiável.

Muitos são os fatores e técnicas relacionados com a precisão de adaptação de uma restauração metálica fundida. Considera-se que uma restauração deste tipo, para ser considerada aceitável clinicamente, deve possuir os seguintes requisitos: adaptação ao dente suporte, espessura de película do cimento máxima de 25 $\mu$ m (Especificação nº 8 da A.D.A.),

adequada estabilidade mecânica, e restaurar adequadamente a estética e função. A adaptação cervical é considerada um fator fundamental e significativa na prevenção de cáries secundárias e um importante indicador do sucesso ou fracasso da restauração.

Alguns fatores podem estar relacionados com adequada adaptação da restauração metálica fundida como: preparo do dente (grau de convergência das paredes, término cervical), tipo de material e técnica utilizada para duplicação do suporte e confecção do retentor (gesso, cera, revestimento, técnicas de expansão, ligas metálicas) e espessura da película de cimento (quantidade de cimento aplicado, existência ou não de perfuração oclusal para escoamento, temperatura, proporção pó/líquido, características físico-químicas do cimento).

Muitas técnicas foram propostas para tentar melhorar a adaptação das restaurações como: enceramento em excesso nas margens; remoção de cera da superfície interna do padrão; alívio interno (jateamento, brocas, água régia, ataque eletroquímico); dispositivos para aplicação e manutenção das forças de assentamento; vibração durante a cimentação e finalmente alívio interno do padrão de cera através da aplicação de um espaçador no modelo de trabalho.

O princípio básico da utilização do alívio interno está no conceito de que a uniformidade e a quantidade específica de espaço entre o dente e a fundição permitem o escape do cimento e diminuem a pressão hidrostática. Este método é um processo de laboratório simples, conveniente e de baixo custo.

O importante sob o ponto de vista clínico, é o da utilização de todos os artifícios técnicos no sentido de alcançar o melhor assentamento possível das restaurações protéticas, não interferindo, entretanto, na estabilidade mecânica das mesmas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. *Comparativo entre dente bovino e dente humano:*

A crescente utilização de dentes bovinos em pesquisas na área odontológica justifica-se pela crescente dificuldade de obtenção de dentes humanos hígidos para a realização de testes *in vitro*. Objetivando um maior esclarecimento quanto a sua utilização em testes laboratoriais, serão descritos alguns trabalhos publicados, bem como a diferenciação entre dentes bovinos e humanos.

FEATHERSTONE & MELLBERG<sup>14</sup> (1981) estabeleceram taxas relativas do progresso de lesões cáries artificiais em esmalte bovino, ovino e humano. Lesões cáries artificiais foram produzidas através de um sistema de gelatina/ácido láctico em esmalte de dentes: decíduos bovino, permanentes bovino, decíduos humano e permanentes humano. O progresso de formação dessas lesões foi avaliado durante 8 dias através da técnica de embebição de corante. Lesões cáries artificiais foram produzidas em esmalte permanente bovino, ovino e humano empregando um sistema difosfonato/ácido láctico durante períodos de até 30 dias, e o progresso da lesão avaliado através de medidas de profundidade. Foram calculados os coeficientes de difusão global. A taxa de progressão das lesões foi linear com a raiz quadrada do tempo para os dois sistemas de avaliação. Lesões em esmalte de dentes permanentes bovino, ovino e bovino desgastado progrediram com velocidades iguais, e na relação 3,0 : 1,0 para esmalte permanente humano, de acordo com medidas de coeficientes de difusão global. Os resultados fornecem uma base aproximada para o uso de dados obtidos com lesões cáries artificiais em bovino, ovino e humanos numa avaliação quantitativa do processo de formação de cáries. É importante levar em consideração a taxa de formação de lesões três vezes mais veloz em

esmalte bovino comparada com esmalte humano quando for trabalhar com dados dos dois tipos de esmalte.

NAKAMICHI et al.<sup>28</sup> (1983) avaliaram a possibilidade da substituição de dentes humanos por dentes bovinos em testes com sistemas adesivos. Na pesquisa foram utilizados três cimentos de poliacarboxilato, um cimento de ionômero de vidro, um cimento de fosfato de zinco e duas resinas compostas. A TAB. 1, mostra os valores encontrados nos testes de adesão ao esmalte humano e bovino, sendo que a TAB. 2 mostra os valores de adesão à dentina humana e bovina dos diversos materiais avaliados.

TABELA 1: Força de adesão de vários materiais para o esmalte dental humano e bovino (Kg/cm<sup>2</sup>).

TIPO	MARCA	HUMANO	BOVINO
POLICARBOXILATO	Carlton	20,6 (3,5)	19,9 (3,3)
	Unident	23,5 (3,5)	22,1 (2,7)
	HY-Bond	31,7 (8,1)	30,7 (5,1)
IONÔMERO	Fuji	33,8 (9,6)	32,3 (10,5)
FOSFATO DE ZINCO	Cr-Br-In	3,6 (1,6)	3,2 (1,5)
RESINA COMPOSTA	Adaptic	s/ at. ácido	10,4 (2,0)
		c/ at. ácido	165,4 (32,9)
	Clearfil	s/ at. ácido	37,7 (6,1)
		c/ at. ácido	153,5 (26,3)

Desvio padrão em parênteses. Não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos de dentes humanos e bovinos pelo teste t.

TABELA 2: Força de adesão de vários materiais para a camada superficial de dentina humana e bovina (Kg/cm<sup>2</sup>).

TIPO	MARCA	DENTE	EXTRAÇÃO RECENTE	EXTRAÇÃO NÃO RECENTE	
POLICARBOXILATO	Carlon	Humano	16,4 (2.0)	19,3 (5.1)	
		Bovino	14.8 (3.2)	18,5 (5.1)	
	Unident	Humano	18.9 (4.1)	21.5 (2.8)	
		Bovino	17.2 (2.2)	20.2 (3.2)	
	HY-Bond	Humano	29.0 (5.2)	29.2 (5.4)	
		Bovino	28.2 (6.0)	28.6 (7.8)	
IONÔMERO	Fuji	Humano	24.7 (6.4)	24.9 (4.9)	
		Bovino	23.5 (5.6)	23.7 (4.9)	
FOSFATO DE ZINCO	Cr-Br-In	Humano	2.5 (1.4)	3.1 (1.9)	
		Bovino	2.1 (1.4)	2.9 (1.3)	
RESINA COMPOSTA	Adaptic	s/ at. ácido	Humano	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Bovino	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
		c/ at. ácido	Humano	24.4 (9.3)	28.7 (12.4)
			Bovino	22.3 (7.0)	25.8 (8.1)
	Clearfil	s/ at. ácido	Humano	22.7 (5.1)	26.6 (6.6)
			Bovino	21.0 (4.3)	24.3 (4.6)
		c/ at. ácido	Humano	48.6 (8.8)*	60.7 (16.2)*
			Bovino	43.6 (7.5)*	52.4 (6.0)*

Desvio padrão em parênteses. \* Indica diferença estatisticamente significativa entre os grupos de ambos os lados pelo teste t.

O objetivo do estudo de RETIEF et al.<sup>39</sup> (1990) foi determinar a força de adesão e a microinfiltração em dentina, após cimentação com Scotchbond 2/Silux e avaliar a penetração de resina no interior dos túbulos dentinários de dentes humanos e bovinos. A força de adesão foi determinada na dentina da face oclusal de 25 dentes molares permanentes humanos e na dentina da face vestibular de 25 dentes incisivos bovinos permanentes. Os corpos-de-prova foram armazenados em soro fisiológico a 37°C por 24 horas previamente ao ensaio de tração realizado em uma máquina Instron à uma velocidade de 0,5 mm/min. A microinfiltração foi determinada quantitativamente em restaurações classe V localizadas na face vestibular da superfície radicular de 15 caninos humanos e 15 incisivos bovinos. Os dentes restaurados foram submetidos a uma termociclagem de 500 ciclos, com temperatura entre 8°C e 50°C em uma solução de 2% de azul de

metileno. Os resultados encontrados foram os seguintes: Força de cisalhamento (MPa): dente humano,  $6,2 \pm 2,9$ ; dente bovino,  $4,4 \pm 1,2$ ; Microinfiltração ( $\mu\text{g}$  corante): dente humano,  $4,7 \pm 3,2$ ; dente bovino,  $15,9 \pm 10,5$ . A força de cisalhamento na dentina humana foi maior e a microinfiltração menor do que na dentina bovina.

No estudo de SANO et al.<sup>42</sup> (1994) os autores representaram graficamente a força de tensão na dentina humana e bovina, mineralizada (GRAF. 1) e desmineralizada (GRAF. 2), demonstrando semelhanças no comportamento das mesmas frente a força realizada.

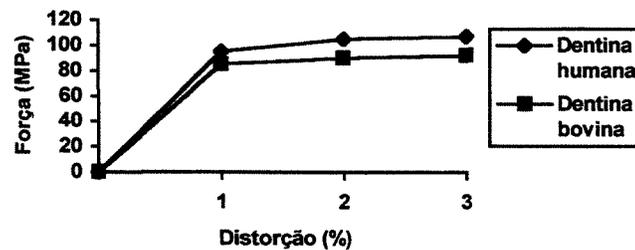


GRÁFICO 1: Força de tensão em dentina mineralizada humana e bovina

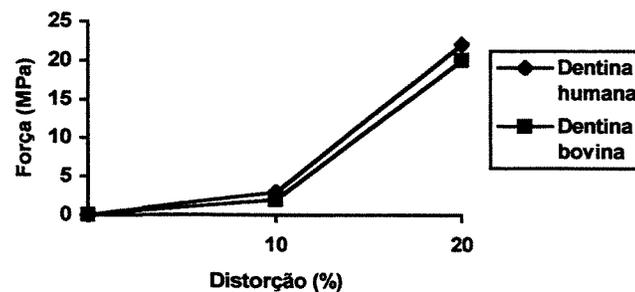


GRÁFICO 2: Força de tensão em dentina desmineralizada humana e bovina

Em estudo realizado por PASHLEY et al.<sup>33</sup> (1995), os autores relataram que pesquisas recentes de novos sistemas adesivos tem resultado em força adesiva na ordem de 20 a 30 MPa, resultando em grande quantidade de fraturas coesivas na dentina. Nesse trabalho, realizaram uma revisão da literatura sobre força de adesão e módulo de elasticidade cujos valores foram resumidos na TAB. 3, comparando dentes humanos e bovinos.

TABELA 3: Força de adesão e módulo de elasticidade da dentina e esmalte humano e bovino

1. Mineralizado	Força de adesão (MPa)	Módulo de elasticidade	Referência
Esmalte	10,3 ± 2,6	-	Bowen & Rodrigues <sup>5</sup> (1962)
Dentina (humano)	51,7 ± 10,3	19,3 ± 5,4	Bowen & Rodrigues <sup>5</sup> (1962)
Dentina (humano)	93,8 ± 11,1	-	Sano et al. <sup>42</sup> (1994)
Dentina (bovino)	90,6 ± 18,9	14,7 ± 5,9	Sano et al. <sup>42</sup> (1994)
<b>2. Desmineralizado</b>			
Dentina (bovino)	28,0 ± 3,9	-	Akinomoto <sup>1</sup> (1991)
Dentina (bovino)	26,0 ± 11,0	0,26 ± 0,12	Sano et al. <sup>42</sup> (1994)
Dentina (humano)	29,6 ± 5,9	0,25 ± 0,07	Sano et al. <sup>42</sup> (1994)

REEVES et al.<sup>37</sup> (1995) avaliaram comparativamente dentes humanos e dentes bovinos verificando a microinfiltração em sistemas adesivos, aplicados em diferentes substratos. Os materiais avaliados foram Scotchbond Multi-Purpose Adhesive, Prisma Universal Bond 3 e All-Bond 2. Todos os sistemas foram usados em combinação com o compósito Prisma APH para comparação da microinfiltração posterior. Sessenta reataurações classe V foram realizadas na junção cimento-esmalte de 30 dentes humanos e de 30 dentes bovinos. Não existiu diferença significativa entre a microinfiltração ocorrida em dentes humanos e em dentes bovinos. Para os autores os resultados do presente trabalho, sugerem que os dentes bovinos podem ser utilizados em substituição aos dentes humanos para estes tipo de teste.

PIOCH & STAEHLE<sup>36</sup> (1996) investigaram experimentalmente a força de cisalhamento em dentes na junção dentina-esmalte. Para a realização dos testes de cisalhamento foram utilizados: incisivos, caninos e pré-molares

humanos e incisivos bovinos. A média da tensão de cisalhamento de todos os dentes humanos (38,99 MPa), não foi diferente dos dentes bovinos (37,40 MPa). Tratamentos físicos da dentina (secar ou molhar) reduziram significativamente a tensão de cisalhamento. Em todos os grupos de dentes, a área de fratura foi principalmente na dentina, e nunca exatamente na junção dentina-esmalte, indicando que a coesão na dentina é um fator limitante na força de cisalhamento e, não a adesão entre dentina-esmalte. Conforme os pesquisadores, uma analogia entre dentes humanos e dentes bovinos pode ser realizada, pois não existiu uma diferença estatisticamente significativa para o teste realizado.

CHAN et al.<sup>9</sup> (1997) avaliaram durante um tempo curto (24 horas) e um tempo longo (180 dias) a força de adesão dentinária, utilizando várias diluições de ácido fosfórico e de ácido maleico na dentina bovina. Utilizando o Scotchbond Multipurpose System (3M/USA), foi fotopolimerizado um cilindro de resina (Z 100/3M) e os corpos-de-prova imersos em água destilada durante 24 horas ou 180 dias antes do ensaio de tração. O ensaio foi executado na Máquina de Teste Universal (Instron, USA). Os resultados mostraram alta força de tensão quando imersos nos ácidos que foram mais diluídos do que os comumente comercializados (GRAF. 3 e GRAF. 4). Para os autores, o ácido maleico parece ser o ácido de escolha em substituição ao ácido fosfórico para o SBMP system.

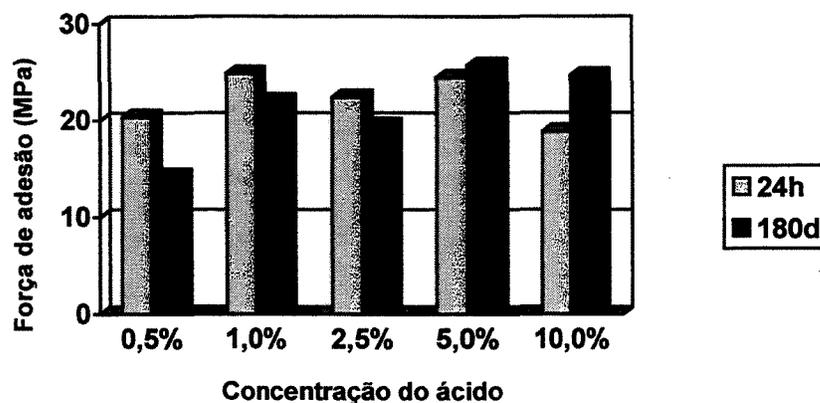


GRÁFICO 3: Força de adesão para o ácido maleico para 24h e 180 dias.

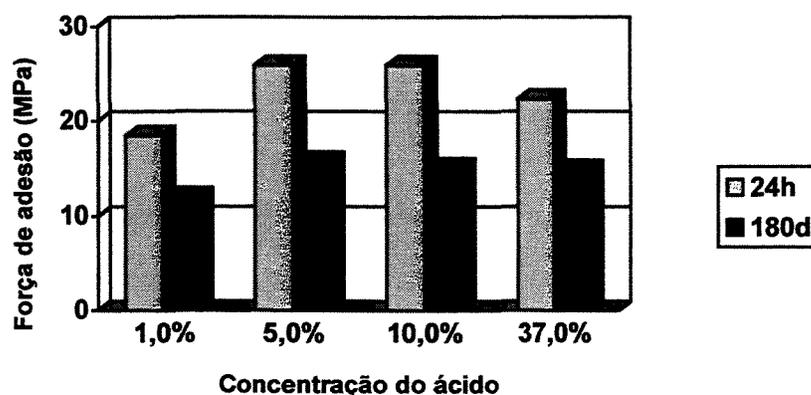


GRÁFICO 4: Força de adesão para o ácido fosfórico para 24h e 180 dias.

OESTERLE et al.<sup>30</sup> (1998), avaliaram a utilização de esmalte bovino em ensaios de adesão. Segundo os autores, o esmalte bovino é comumente usado em estudos de adesão ao esmalte, entretanto, uma familiarização com alguns aspectos da adesão ao esmalte é importante para avaliar estes estudos. O esmalte bovino tem as vantagens de ser facilmente obtido e de possuir uma microestrutura similar ao esmalte humano. Neste estudo a força adesiva no esmalte bovino foi 21% à 44% mais fraca do que o esmalte humano, e a força adesiva no esmalte bovino decíduo foi significativamente maior do que o esmalte permanente bovino. O esmalte bovino pode ser

reutilizado em ensaios de adesão, sem afetar significativamente os resultados.

## **2.2. Convergência axial de preparos para coroa total:**

Na tentativa de analisar os tipos de convergência axial utilizados e correlacionar com a sua viabilidade clínica e influência na retenção e estabilidade das restaurações tipo coroa total, foram observados alguns estudos a este respeito.

JORGENSEN<sup>22</sup> (1960) realizou um estudo para avaliar os fatores que afetam a espessura da película de cimento em coroas totais cimentadas com fosfato de zinco. Entre os fatores avaliados que melhoraram a adaptação das coroas observou-se: a pressão foi de 10 Kgf; a duração da pressão durante a cimentação foi de 8 minutos; a proporção do agente cimentante foi a de 0,6g de pó para 0,25 ml de líquido; a convergência axial total foi a de 20°.

OHM & SILNESS<sup>31</sup> (1978) analisaram o ângulo de convergência das paredes do preparo para coroas totais. Estudantes do último ano do curso de Odontologia realizaram nos seus pacientes, preparos do tipo coroa total em dentes vitais e em dentes desvitalizados contendo núcleos. Em dentes vitais, o ângulo de convergência total variou entre 19° e 27°. Em dentes contendo núcleos o ângulo de convergência total variou entre 12° e 37°. A respeito da magnitude do ângulo de convergência, os autores acreditam que esses ângulos sejam apropriados para coroas unitárias.

No trabalho de EAMES et al.<sup>11</sup> (1978), os autores realizaram um estudo das técnicas para melhorar o assentamento das coroas totais. Utilizando convergência total de 10° e de 20° para a inclinação das paredes dos preparos, as coroas foram fixadas com cimentos de fosfato de zinco (Fleck's), policarboxilato (Durelon), silicofosfato (Fluorotin) e cimento

resinoso (CBA 9080). A ordem de classificação em relação à adaptação foi: fosfato de zinco, poliacarboxilato, silicofosfato e cimento resinoso, do melhor para o pior. Observaram também que, quando ocorreu aumento da convergência, houve melhor adaptação das coroas.

No estudo de ANNERSTEDT et al.<sup>2</sup>, (1996) compararam o ângulo de convergência entre preparos do tipo coroa total confeccionados por profissionais e por acadêmicos de Odontologia. Foram também avaliadas as diferenças entre os ângulos de convergência de incisivos, pré-molares e molares. Foram verificados os ângulos de convergência de 478 preparos do tipo coroa total, sendo 351 realizados por profissionais e 127 por acadêmicos. As avaliações foram realizadas com a técnica ProCera CAD/CAM, sendo que as imagens tridimensionais de cada dente preparado foram convertidas para seções méso-distal e vestibulo-lingual, usadas para medir os ângulos de convergência. Os preparos foram avaliados e divididos em categorias: incisivos/caninos, pré-molares e molares. A média da convergência axial total foi de 21° para todos os preparos. Uma grande variação (-2° até 70°) foi encontrada para a convergência das paredes axiais, especialmente para os preparos realizados por profissionais. As médias obtidas por estudantes foi de 20° para incisivos, 18,3° para pré-molares e 22,2° para molares; para profissionais foi de 19,4° para incisivos, 17,9° para pré-molares e 26,6° para molares. Os autores recomendam convergências axiais médias entre 29° a 33° para incisivos e caninos, 10° para pré-molares e 8° para molares.

EL-MOWAFY et al.<sup>12</sup> (1996) investigaram os efeitos do grau de inclinação das paredes do preparo e da altura dos mesmos na retenção de coroas metalocerâmicas cimentadas com cimentos resinosos. Foram efetuados preparos com a convergência total de 12° e 35° nas paredes axiais e com 3 mm e 5 mm de altura, cimentadas coroas totais com fosfato de zinco e cimentos resinosos (Scotchbond Multipurpose - 3M e All-Bond2 -

Bisco) . Quando os autores analisaram a inclinação, concluíram que a força utilizada para a separação nas coroas com 35°, cimentadas com cimentos resinosos foram significativamente maiores que as coroas com 12°, cimentadas com fosfato de zinco. Quando a altura foi analisada, verificou-se que a força de separação nas coroas com 3mm de altura cimentadas com cimentos resinosos, foi significativamente maior que as coroas com 5 mm, cimentadas com fosfato de zinco. No trabalho, foi detectada fratura coesiva da dentina em algumas coroas cimentadas com cimentos resinosos, mas nunca em coroas cimentadas com fosfato de zinco.

SARAFIANOU & KAFANDARIS<sup>44</sup> (1997) verificaram o efeito do ângulo de convergência na retenção de próteses adesivas cimentadas com cimentos resinosos. Foram utilizados 80 dentes humanos extraídos (40 molares e 40 pré-molares), divididos em oito grupos, cada grupo com cinco molares e cinco pré-molares. Os preparos para prótese adesiva foram realizados com o auxílio de um delineador, efetuando 4 tipos diferentes de ângulo de convergência total (0°, 10°, 15°, 20°). As próteses adesivas foram cimentadas com dois diferentes tipos de cimentos resinosos (MBA e Panavia) e a força de tração foi medida em uma máquina de testes (Instron). Os resultados indicaram que o aumento da convergência axial resultou numa perda da retenção para ambos os cimentos usados. A perda de retenção não foi estatisticamente significativa para ambos cimentos resinosos quando o ângulo de convergência foi menor do que 10°. As restaurações cimentadas com o cimento resinoso Panavia exibiram força retentiva maior do que as cimentadas com cimento resinoso MBA.

SILVA & SILVA<sup>46</sup> (1997) avaliaram a influência da variação do ângulo das paredes dos preparos para coroas totais, bem como a confecção ou não de canaletas axiais proximais na estabilidade mecânica dos respectivos retentores. Foram selecionados oitenta primeiros molares inferiores recém-extraídos, cujas raízes foram fixadas com resina acrílica ativada quimicamente em anéis de PVC. Todos os preparos realizados foram

do tipo coroa total, sendo que as angulações nas paredes axiais foram de: 6°, 8°, 12° e 16° em cada parede axial. Sendo confeccionados também, preparos com e sem canaletas proximais. Foram aplicadas forças de intensidade de 3 Kg, 5 Kg, 10 Kg e 15 Kg, nas vertentes internas das cúspides méso-linguais e médio-vestibulares. O registro dos resultados consistiu em observar a ocorrência ou não de deslocamento dos corpos-de-prova. A análise dos resultados revelou que: o aumento do ângulo de convergência entre as paredes axiais promove uma diminuição da estabilidade mecânica das coroas; convergências de 6° e 8°, em cada parede axial, promoveram estabilidade mecânica adequada nos preparos sem canaletas; convergências de 12° e 16° promoveram falta de estabilidade nos preparos sem canaletas; a utilização de canaletas axiais proximais constituiu-se numa opção efetiva para otimizar a estabilidade mecânica, em preparos onde o ângulo de convergência entre as paredes axiais for excessivo.

FIGUEIRÓ<sup>15</sup> (1997), avaliou a influência da convergência axial na adaptação e infiltração marginal de coroas totais fixadas com cimentos de fosfato de zinco (S.S. White), ionômero de vidro (Vitremmer) e resinoso (Panavia 21<sub>EX</sub>). Foram realizados preparos padronizados do tipo coroa total em 60 dentes molares recém extraídos, nos quais foram confeccionadas coroas metálicas em NiCr. Foram formados 12 grupos de acordo com: o agente cimentante utilizado, a convergência axial total de 24° e de 32°, e a utilização ou não de ciclagem térmica. As coroas foram cimentadas seguindo as orientações dos fabricantes, utilizando carga estática de 9 Kg durante 7 minutos. Os grupos que receberam ciclagem térmica foram submetidos a um regime de 1500 ciclos nas temperaturas de 10°C e de 50°C. Todos os grupos foram imersos em corante azul de metileno a 1%, permanecendo em temperatura de 37°C durante 24 h. As coroas foram seccionadas longitudinalmente utilizando disco de aço diamantado. Foi efetuado polimento de todas as secções obtidas em politriz manual. A adaptação e infiltração foram medidas utilizando microscópio comparador (LEITZ), com

aumento de 40x. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que: 1) A adaptação das coroas foi melhorada com o aumento da convergência para os cimentos de ionômero de vidro e resinoso; 2) A ordem de classificação dos agentes cimentantes avaliados quanto a adaptação foi: fosfato de zinco, ionômero de vidro e resinoso, da maior para a menor discrepância; 3) O cimento resinoso apresentou a menor infiltração entre os agentes cimentantes avaliados, sendo que os cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro não apresentaram diferença em relação à infiltração.

### ***2.3. Utilização de espaçadores na confecção de coroas totais:***

Os trabalhos a seguir tiveram o objetivo de estudar as consequências da utilização de espaçador como forma de obter alívio interno em coroas totais, e a influência do mesmo na adaptação e retenção deste tipo de restauração.

No trabalho de TJAN & SARKISSIAN<sup>50</sup> (1984) foi verificado se um alívio interno, e um canal de escape na superfície do preparo, influenciariam no escoamento do agente cimentante. Foram realizadas canaletas nas faces proximais de dentes molares de estoque, utilizando uma convergência axial total de 10° no sentido vestibulo-lingual, e de 6° no sentido mésio-distal. A discrepância marginal vertical após a cimentação foi medida em um microscópio eletrônico, sendo também verificada a resistência à tração utilizando uma máquina de testes Universal (Instron). As canaletas executadas para o escape interno do cimento melhoraram o assentamento das coroas totais, não alterando as propriedades retentivas das coroas. Não houve diferença quanto a localização das canaletas.

CAMPAGNI et al.<sup>6</sup> (1986) analisaram o efeito da utilização de alívio interno na adaptação de coroas totais de ouro com canaletas. Foram

confeccionadas coroas totais, com dentes de estoque (Ivorine) divididos em grupos: coroas com alívio interno, coroas sem alívio interno, coroas com canaletas e sem canaletas. O alívio interno das coroas foi de aproximadamente 20 a 40  $\mu\text{m}$ , com a utilização de 6 camadas de espaçador (Aerogloss) e as canaletas confeccionadas na vestibular e lingual dos preparos. Todas as coroas foram cimentadas com fosfato de zinco (Fleck's) e a discrepância marginal vertical observada. Analisando os resultados, constatou-se que o alívio melhorou a adaptação das coroas, independente da presença ou não de canaletas.

STEPHANO et al.<sup>48</sup> (1989), compararam qualitativamente a adaptação cervical de coroas metálicas feitas a partir de ligas de ouro, níquel/cromo e cobre/alumínio. Usaram uma réplica metálica de um preparo dental para coroa, a fim de confeccionar oito troquéis de gesso pedra melhorado. Os padrões de cera foram obtidos em duas condições: encerados no troquel de gesso sem espaçador e encerados no troquel de gesso com espaçador. A partir desses troquéis, obtiveram 64 coroas metálicas fundidas. As coroas totais eram adaptadas ao troquel metálico, e a seguir se procedia a medição do desajuste cervical com auxílio de microscópio de mensuração linear, com precisão de 1 $\mu\text{m}$ . As coroas fundidas sem espaçadores apresentaram os seguintes valores de desajuste médio: DURACAST - 207,87  $\mu\text{m}$ ; DURABOND - 230  $\mu\text{m}$ ; NICROCAST - 253,81  $\mu\text{m}$ ; OURO - 108,81  $\mu\text{m}$ . As coroas fundidas com espaçadores mostraram os seguintes valores de desajuste médio: DURACAST - 47,75  $\mu\text{m}$ ; DURABOND - 62,75  $\mu\text{m}$ ; NICROCAST - 62,12  $\mu\text{m}$ ; OURO - 18,56  $\mu\text{m}$ . Os autores concluíram que o uso de espaçadores para troquéis diminuiu de forma estatisticamente significativa os desajustes cervicais da coroas, qualquer que tenha sido a liga metálica utilizada.

Uma investigação a respeito da melhoria da adaptação de coroas totais pela utilização de espaçadores foi realizada por GRAJOWER et al.<sup>18</sup> (1989). Foram utilizados dentes molares que após preparados para receber coroa total foram moldados e os troquéis confeccionados. Nos troquéis obtidos foram utilizados os espaçadores em estudo. A média da espessura das camadas do espaçador Tru Fit encontrada foi de 19µm, sendo que esta espessura aumentou para 32 µm quando o frasco foi periodicamente aberto na rotina de uso por 6 meses. Para os autores uma espessura ótima para o espaçador é a camada mais fina que resulte numa mínima desadaptação da margem. Nestas condições encontra-se uma baixa espessura de cimento nas paredes axiais, semelhante a de quando não são utilizados espaçadores. Uma maior espessura de alívio irá aumentar a quantidade a espessura do agente cimentante ao longo das paredes axiais. A utilização de espaçadores nas margens da restauração é contra-indicada.

MANTOVANI et al.<sup>24</sup> (1990), avaliaram quantitativamente o uso de espaçadores como um meio de melhorar a adaptação de coroas de liga de ouro ao nível da parede cervical dos troquéis de gesso pedra de alta resistência, utilizando coroas de ouro obtidas sob três condições: pelo enceramento direto da coroa sobre um troquel/padrão de aço; pelo enceramento direto utilizando um espaçador de cobre (casquete), com 30 µm de espessura, assentado sobre o troquel/padrão de aço; pelo enceramento direto utilizando um espaçador de cobre, com 40 µm de espessura, assentado sobre o troquel/padrão de aço. O desajuste entre coroa e troquel foi medido em 99 corpos-de-prova de gesso pedra, obtidos com 11 elastômeros, com auxílio de um microscópio para mensuração linear, com precisão de leitura de 1 µm. Os resultados mostraram que os troquéis obtidos do modelo original sem espaçador apresentaram desajuste médio de 284 µm; os troquéis com espaçador de 30 e 40 µm mostraram desajustes médios de 18 e 9 µm, respectivamente. Os autores concluíram que o uso de espaçadores tende a

igualar o desajuste cervical das coroas de ouro fundidas, qualquer que seja o elastômero utilizado durante a moldagem.

No estudo de PASSON et al.<sup>34</sup> (1992), os pesquisadores analisaram o efeito de múltiplas camadas de espaçadores na retenção de coroas totais. Coroas totais foram confeccionadas em troquéis aliviados com: 0, 4 (34 $\mu$ m), 8 (71  $\mu$ m), 12 (100  $\mu$ m) ou 16 (151  $\mu$ m) camadas de espaçador (Tru-Fit). As coroas foram cimentadas nos dentes com cimento de fosfato de zinco (fleck's) e posteriormente submetidas à tração em uma máquina de testes Universal (Instron). A conclusão foi de que não houve diferença estatisticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os grupos avaliados em relação a força necessária para remoção das coroas cimentadas. O aumento do alívio interno com a aplicação de 16 camadas de espaçador não afetou a retenção das coroas cimentadas conforme ilustra a GRAF. 5.

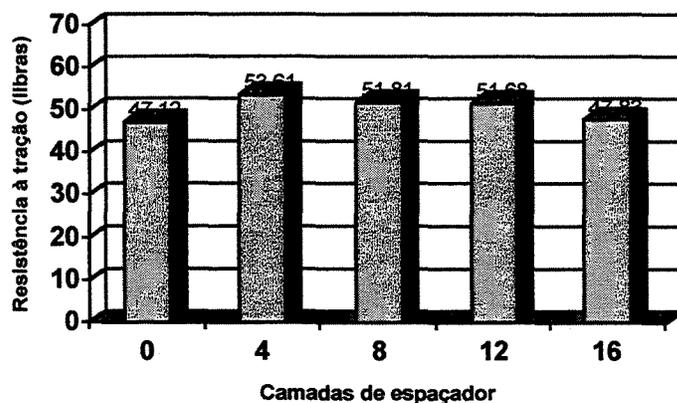


GRÁFICO 5: Retenção de coroas totais cimentadas.

WANG et al.<sup>51</sup> (1992), avaliaram os efeitos dos cimentos, espaçadores, força de assentamento e do término cervical no assentamento de coroas totais. Dois troquéis metálicos, com 6 mm de altura, foram confeccionados para simular preparos do tipo coroa total. A convergência axial total utilizada foi de 10° e 1 mm de ombro cervical. Um troquéel foi preparado

com bisel de 65° na margem do ombro cervical. Dez corpos-de-prova foram produzidos para cada troquéi metálico e metade foram aliviados com quatro camadas de espaçador (Tru-Fit). As coroas foram enceradas nos troquéis e fundidas com metal não precioso (Rexillum-III), sendo que o assentamento das coroas foi medido antes e após a cimentação. Para a cimentação foram utilizados dois agentes cimentantes: Ionômero de vidro (Ketac-Cem) e fosfato de zinco (Flecks). As seguintes interações foram observadas no estudo: 1) Espaçadores (com e sem); 2) término cervical (ombro e ombro biselado); 3) Cimento (Fosfato de zinco e ionômero de vidro); 4) Força de assentamento (5 lb e 30 lb). Os resultados mostraram que: 1) A aplicação de espaçador melhorou significativamente o assentamento das coroas durante a cimentação; 2) A preparação com ombro biselado e espaçador, resultou em assentamento superior com utilização de força maior ou com a utilização de cimento de ionômero de vidro, comparando-se com a preparação com ombro e espaçador; 3) A utilização do cimento de ionômero de vidro melhorou o assentamento das coroas quando comparado ao cimento de fosfato de zinco; 4) A elevação da força de assentamento de 5 para 30 libras melhorou significativamente o assentamento das coroas.

Na tentativa de determinar a quantidade ótima de alívio interno para cimentos resinosos, WU & WILSON<sup>56</sup> (1994) simularam espaçadores de 0 até 80 µm em coroas totais que posteriormente foram cimentadas com cimento de fosfato de zinco, Panavia EX e C & B Metabond. A discrepância de assentamento após 60 segundos foi medida para determinar o espaço ótimo para melhor assentamento para cada agente cimentante. O melhor assentamento para coroas cimentadas com cimento de fosfato de zinco foi observada quando pelo menos 40 µm de alívio interno foi permitido. Os cimentos resinosos necessitaram de 30 µm de alívio interno para o melhor assentamento das coroas totais cimentadas. Os resultados obtidos estão ilustrados na TAB. 4.

TABELA 4: Discrepância marginal em relação ao aumento do espaçamento

<b>Espaçamento (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Fosfato de zinco (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Panavia Ex (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>C &amp; B (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
0	364 ( $\pm$ 63)	134 ( $\pm$ 32)	322 ( $\pm$ 16)
10	279 ( $\pm$ 127)	71 ( $\pm$ 26)	228 ( $\pm$ 19)
20	168 ( $\pm$ 30)	31 ( $\pm$ 16)	229 ( $\pm$ 60)
30	69 ( $\pm$ 53)	17 ( $\pm$ 4)	18 ( $\pm$ 6)
40	46 ( $\pm$ 10)	22 ( $\pm$ 8)	45 ( $\pm$ 20)
50	46 ( $\pm$ 20)	19 ( $\pm$ 4)	33 ( $\pm$ 5)
60	40 ( $\pm$ 4)	28 ( $\pm$ 8)	28 ( $\pm$ 13)
80	31 ( $\pm$ 4)	23 ( $\pm$ 5)	27 ( $\pm$ 12)

O efeito do aumento do alívio interno na cimentação de coroas artificiais foi avaliado por WILSON<sup>55</sup> (1994). Neste estudo foram utilizados espaçadores que variaram em incrementos de 10  $\mu\text{m}$  e as coroas foram cimentadas utilizando cimento de fosfato de zinco com uma força durante a cimentação de 25 N. Com a utilização do cimento de fosfato de zinco e um alívio interno de 40  $\mu\text{m}$ , conseguiu-se um assentamento da restauração inferior à 30  $\mu\text{m}$ . A utilização de espaçadores com espessura inferior à 40  $\mu\text{m}$  não permitiram melhor adaptação das coroas, sendo que este incompleto assentamento da coroa aumenta a discrepância marginal que poderá causar conseqüências clínicas.

CARTER & WILSON<sup>7</sup> (1996) avaliaram o efeito da quantidade de alívio interno na retenção de coroas totais. Dez dentes molares foram preparados padronizadamente para coroas totais com convergência axial de 3° em cada parede axial. Cinco troquéis foram construídos para cada dente e cobertos com nenhuma, duas, quatro, seis e oito camadas de espaçador (Tru-Fit). Coroas totais foram confeccionadas em cada troquel e a força exigida para remoção da coroa foi medida antes e após a cimentação com fosfato de

zinco. A força requerida para remover as coroas antes da cimentação diminuiu com o aumento das camadas de espaçador. A discrepância marginal vertical foi de 547  $\mu\text{m}$  (nenhuma camada) até 38  $\mu\text{m}$  (oito camadas), enquanto a força para remoção das coroas aumentou de 250 N (nenhuma camada) para 375 N (oito camadas).

Novamente CARTER & WILSON<sup>8</sup> (1997), agora realizando uma revisão da literatura sobre o assunto, analisaram os efeitos dos espaçadores na desadaptação e retenção de coroas totais. Descreveram alguns detalhes das técnicas laboratoriais e clínicas que podem influir na adaptação de coroas totais como: diferenças no término cervical do preparo, ângulo de convergência das paredes do preparo, proporção pó-líquido e temperatura ambiente do fosfato de zinco, demora na espatulação do agente cimentante, natureza e magnitude da força de assentamento, utilização de espaçadores para promover alívio interno nas coroas. Para os autores, a utilização de espaçadores é uma técnica utilizada comumente para prover espaço entre as superfícies internas da coroa e o preparo, resultando em vários benefícios durante o assentamento das coroas: baixas forças de assentamento podem ser usadas, adaptando as coroas com maior rapidez. Quanto ao estudo do efeito dos espaçadores na retenção de coroas totais, observaram resultados conflitantes na literatura, relatando alguns fatores que podem afetar a os resultados em relação a retenção, tais como: preparos variados, término cervical do preparo e da coroa, retenções adicionais e variáveis na cimentação.

#### ***2.4. Adaptação cervical de restaurações:***

JORGENSEN<sup>22</sup> (1960) e HORN<sup>21</sup> (1965) enumeram alguns fatores que influenciam na espessura da película e adaptação marginal, como: tamanho da partícula do pó, a quantidade de pó incorporada ao líquido, temperatura, viscosidade, tensão da superfície do cimento, técnica de aplicação do

cimento, tipo de preparo, término cervical do preparo, presença de escape na restauração, orifício na oclusal da restauração, hidrodinâmica, força usada no assentamento da restauração e o tempo que esta força é mantida. Para HORN<sup>21</sup> (1965), alguns dos problemas associados com a cimentação podem ser parcialmente resolvidos com o reconhecimento de fatores biofísicos essenciais e habilidade na manipulação e aplicação dos agentes cimentantes.

CHRISTENSEN<sup>10</sup> (1966) investigou a adaptação marginal de restaurações inlays em ouro. O estudo objetivou uma análise microscópica da adaptação marginal das restaurações utilizando-se dez operadores para avaliar as margens supra e subgingivais. Houve relação direta entre a abertura microscópica e a avaliação feita pelos avaliadores nas margens oclusal e proximal. Entretanto, houve divergências na aceitabilidade clínica das margens quando estavam sub-gingivais. O exame feito com a sonda exploradora nas margens supra-gingivais se mostrou mais eficiente do que o realizado em margens sub-gingivais.

MCLEAN & FRAUNHOFER<sup>25</sup> (1971) desenvolveram uma técnica “in vivo” na qual empregaram material à base de borracha (Impregum) para demonstrar que é possível avaliar a espessura real da película de cimento sob as restaurações metálicas. Opinaram que trabalhos tem sido desenvolvidos supondo-se sempre haver adaptação precisa entre restauração e dente, e que o espaço existente entre eles não tem sido considerado pelos pesquisadores. Pesquisaram em vários tipos de restaurações protéticas, sendo 10 restaurações de cada tipo, fabricadas em troquéis de gesso. As restaurações foram testadas nos dentes “in vivo”, através de sonda exploradora e radiografias, sendo o elastômero colocado no interior das coroas totais, preenchendo-as completamente. Para a adaptação das restaurações aos preparos, utilizou-se firme pressão manual, sobre um instrumento plástico de extremidade arredondada e em seguida, o paciente ocluiu seus dentes contra um pedaço de borracha, mantendo a pressão por

dois minutos. Após remoção da restauração do dente, a película de Impregum recebeu cobertura com a resina Scutan, até preencher totalmente a restauração. Em seguida, procedeu-se à sua inclusão total em resina e após corte longitudinal foram realizadas leituras em microscópio. Para as coroas metalocerâmicas os resultados foram: parede axial (75,4  $\mu\text{m}$ ); superfície oclusal (138,6  $\mu\text{m}$ ); término cervical mesial externo (66,7  $\mu\text{m}$ ); término cervical mesial interno (86,7  $\mu\text{m}$ ); término cervical distal externo (21,6  $\mu\text{m}$ ) e término cervical distal interno (56,7  $\mu\text{m}$ ). Relataram que, quando se utiliza uma sonda exploradora, em decorrência do diâmetro de sua ponta, pode ser difícil detectar desajustes da ordem de 80  $\mu\text{m}$  sob condições clínicas, como também, seria difícil a sua observação pela radiografia.

GAVELIS et al.<sup>17</sup> (1981) verificaram o efeito de vários terminos cervicais no selamento marginal e assentamento oclusal de coroas totais. Utilizaram um ângulo de convergência total de 10° para os preparos, com vários terminos cervicais. Quanto ao selamento marginal, os resultados foram agrupados em dois grupos. No grupo 1, as terminações do tipo “fio de faca” obtiveram o melhor selamento (31  $\mu\text{m}$  a 34  $\mu\text{m}$ ), seguido do ombro e chanfro com bisel paralelo a parede axial (41  $\mu\text{m}$  a 44  $\mu\text{m}$ ), não existindo diferença estatística entre ambos neste grupo. No grupo 2, o ombro de 90° (67  $\mu\text{m}$ ), ombro de 45° (95  $\mu\text{m}$ ), ombro com bisel de 30° (99  $\mu\text{m}$ ) e o ombro com bisel de 45° (105  $\mu\text{m}$ ), não apresentaram diferença entre si, mas apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo 1. Quanto ao assentamento oclusal, o ombro de 90° demonstrou o melhor assentamento, seguido, na ordem, pelo ombro de 45°, ombro de 90° com bisel de 45°, “fio de faca”, ombro de 90° com bisel de 30°, chanfro com bisel paralelo e, finalmente, ombro de 90° com bisel paralelo. Como os autores encontraram diferenças nas medições da superfície oclusal, acreditam que tal desadaptação é influenciada pelo tipo de término cervical.

A avaliação de alguns fatores que podem influir no ajuste e espessura da película de cimento e na cimentação de coroas totais de dentes posteriores foi realizada por GAAG et al.<sup>16</sup> (1982). Duas técnicas de cimentação foram aplicadas: Técnica 1- Pincelamento das paredes laterais internas da coroa; e Técnica 2 - Pincelamento das paredes axiais do preparo. Foram utilizados os cimentos de fosfato de zinco e de poliacarboxilato para a fixação das coroas. A qualidade do ajuste obtido para as coroas foi, em média, inferior a 50  $\mu\text{m}$ . A técnica 1 apresentou resultados melhores que a técnica 2, sendo que o fator cimento mostrou não ser estatisticamente significativo.

BELSER et al.<sup>4</sup> (1985) compararam clinicamente o ajuste de três desenhos de coroas metalocerâmicas. Vinte e sete pacientes que requeriam coroa metalocerâmica no elemento 36, com margem vestibular supragengival, foram selecionados. Os dentes foram preparados e as coroas inseridas por dois protesistas experientes. O desenho das coroas foi assim distribuído: ombro, ombro biselado e ombro com margem de porcelana. Foram feitas moldagens dos dentes com hidrocolóide reversível para obtenção do modelo de trabalho. Os casquetes foram fundidos com liga de ouro, e a porcelana aplicada em quatro etapas: 2 camadas de opaco, 2 camadas de corpo e um ciclo glazeador. Antes da cimentação, as coroas foram colocadas sobre os dentes, e moldagens separadas da margem vestibular foram feitas com elastômero tipo leve. As coroas foram cimentadas com cimento de fosfato de zinco, e nova moldagem foi feita da face vestibular. As moldagens foram vazadas com resina epóxica, e preparadas para técnica em microscopia eletrônica de varredura. Antes da cimentação, todas as margens abriram menos que 50  $\mu\text{m}$ , e após a cimentação as aberturas tinham aumentado nos três grupos, mas os autores concluíram que não houve diferença significativa entre as margens antes ou após a cimentação.

PANNO et al.<sup>32</sup> (1986) compararam a adaptação marginal após a cimentação de coroas com término cervical em ombro biselado em 45° e em 80°. Vinte réplicas de incisivos centrais superiores em ivorine foram preparadas para receber coroas metalocerâmicas, dezessete preparos tinham bixel de 80°, e sete tinham bixel de 45°. Troquéis de gesso pedra foram obtidos a partir dos preparos, cobertos com quatro camadas de espaçador. Foi realizado o enceramento, e os padrões resultantes foram incluídos e fundidos com liga de prata/paládio. Aos casquetes foi aplicada a porcelana, e as coroas cimentadas com cimento de poliacrilato de zinco. O conjunto troquel/coróa foi embutido em resina e seccionado vestibulolingualmente, e analisado com microscópio eletrônico de varredura e óptico. A espessura da linha de cimento foi medida com micrômetro ocular linear na junção da linha de acabamento do preparo com a fundição. O grupo com bixel de 80° e colar metálico mostrou uma média de 27,6 µm; o grupo com bixel de 45° com porcelana na margem apresentou uma média de 29,5 µm. Os autores concluíram que o preparo com bixel de 45° com metal ou porcelana na linha de acabamento, teve espessura do cimento comparável ao ombro biselado em 80°.

SCHWARTZ<sup>45</sup> (1986), fazendo uma revisão dos métodos que proporcionaram melhor adaptação das restaurações, comenta que não há correlação entre retenção pré-cimentação e pós-cimentação. Antes da cimentação, a justeza da fundição não indica quantidade de retenção. Retenção antes da cimentação pode ser devido a discrepâncias internas na superfície da fundição, tais como bolhas microscópicas, nódulos e rugosidades. Quando a fundição com tais características é adaptada sob pressão no dente, microscópicas fissuras são criadas, como também alguma deformidade elástica ocorre na dentina. Em tais situações, a fundição pode apresentar retenção adequada, mas, como foi resultante das discrepâncias internas, não se assentará adequadamente ao dente. Tais restaurações

apresentaram segundo o autor margens inadequadas e clinicamente inaceitáveis.

ROSENTIEL & GEGAUFF<sup>41</sup> (1988) fizeram uma comparação entre a qualidade da adaptação utilizando carga estática e carga dinâmica durante a cimentação. Dois dentes molares humanos extraídos foram padronizados em relação ao preparo realizado, sendo que os preparos executados foram típicos de pré-molares do tipo coroa total. Impressões foram realizadas e o troquel obtido pintado com três camadas de espaçador (Tru-Fit). Posteriormente foram confeccionadas coroas totais. As coroas foram cimentadas com fosfato de zinco, separadas utilizando uma máquina de testes (MTS Systems) e posteriormente recimentadas 20 vezes para cada grupo. Para a carga estática, as coroas mostraram adaptação em torno de 203  $\mu\text{m}$ , sendo que quando foi utilizada carga dinâmica, a adaptação ficou em torno de 14  $\mu\text{m}$ . Os resultados mostraram que a cimentação dinâmica mostrou melhor adaptação das coroas comparada à cimentação estática, entretanto não houve diferenças em relação à resistência à tração das coroas.

LOFSTROM & BARAKAT<sup>23</sup> (1989) verificaram as discrepâncias existentes nas margens de restaurações fundidas em ouro, comparando com os resultados obtidos pelos estudos laboratoriais. Foram selecionados pacientes cujas restaurações haviam sido fixadas num período entre 1 e 12 anos, sendo clinicamente bem adaptadas. Todas as coroas tinham suas margens supragengivais e foram cimentadas com fosfato de zinco, sendo que, no momento, os dentes se apresentavam vitais e sem sintomatologia. Foram realizadas réplicas das restaurações em metal e fotografadas posteriormente para análise em microscópio eletrônico. As discrepâncias foram medidas diretamente das fotomicrografias realizadas. As discrepâncias marginais encontradas para as amostras clínicas avaliadas neste estudo foram as mesmas encontradas em estudos laboratoriais. A

abertura marginal ficou entre 7µm e 65 µm neste estudo *in vivo*, comparados com 2 µm até 110 µm encontrados em estudos laboratoriais.

WHITE & YU<sup>53</sup> (1992) investigaram a espessura da película dos novos agentes cimentantes adesivos. Foram testados 20 materiais, entre eles cimentos de fosfato de zinco, hidroxiapatita, ionômero de vidro, poliacarboxilato, ionômero de vidro híbrido e cimentos resinosos. Oito materiais foram similares estatisticamente, registrando espessuras da película de cimento menores que 25µm, podendo ser classificados como material tipo I da American Dental Association (ADA). De acordo com a especificação nº 8 da ADA, materiais tipo I são “designados para o assentamento de precisão e para outros usos”. As seguintes classes de materiais foram incluídas neste grupo: hidroxiapatita, ionômero de vidro, fosfato de zinco, e poliacarboxilato. Todos os materiais classificados como tipo II pela ADA podem ter uma espessura máxima de 40 µm, são “recomendados para todos os usos exceto para cimentação de precisão”. As classes de materiais representadas neste grupo incluem os resinosos e os de ionômero de vidro híbridos. O estudo determinou que a espessura da película dos novos agentes cimentantes adesivos é excessiva, de acordo com a especificação nº 8 da ADA.

SORENSEN et al.<sup>47</sup> (1992) avaliaram a fidelidade marginal e microinfiltração de coroas veneers em porcelana feitas por duas técnicas. As coroas foram fixadas com resina composta, sendo posteriormente seccionadas para avaliação da adaptação e infiltração. Utilizaram uma técnica para medição da discrepância marginal vertical, horizontal e para a infiltração marginal. A infiltração na interface dente/resina foi universal, sendo que na interface porcelana/resina foi insignificante. Não existiu uma relação direta entre a discrepância marginal e a infiltração ocorrida.

WHITE & KIPNIS<sup>52</sup> (1993) realizaram um estudo a respeito do efeito dos agentes cimentantes adesivos na adaptação marginal de restaurações fundidas, tendo encontrado diferenças estatisticamente significantes quanto à adaptação marginal dos cimentos avaliados. A melhor adaptação encontrada com os agentes cimentantes foram, em ordem decrescente: ionômero de vidro, fosfato de zinco, policarboxilato de zinco, e, finalmente, os cimentos resinosos, os quais resultaram em uma adaptação marginal pior que a de outros agentes cimentantes.

Dentro das limitações de um trabalho *in vitro*, WHITE et al.<sup>54</sup> (1994) verificaram a influência da abertura marginal em relação à infiltração de coroas totais. Concluíram que somente a abertura marginal não correspondeu diretamente com a infiltração marginal, sendo que uma complexa interação entre variáveis relatadas para as restaurações dentais, agentes cimentantes e estrutura dental, provavelmente influenciaram a infiltração.

Analisando a seleção do agente de cimentação definitivo, MEZZOMO<sup>26</sup> (1994), salienta que um aspecto que deve merecer atenção especial é o vedamento marginal. A longo prazo, os cimentos disponíveis são altamente solúveis aos fluidos bucais. O ionômero de vidro tem a vantagem de liberar flúor que atenua os riscos de incidência de cárie na margem. Para compensar essa limitação dos cimentos, as manobras clínicas e laboratoriais, incluindo o ato de cimentação, devem ser conduzidas de forma a obter uma solução de continuidade marginal sempre inferior a 40  $\mu$ .

TAN & IBBETSON<sup>49</sup> (1996), examinaram, *in vitro*, o efeito do volume de cimento na adaptação de coroas totais. Foram utilizados três volumes de agente cimentante (fosfato de zinco) para a cimentação das coroas totais: completamente cheia, cheia pela metade e pincelada. A discrepância na adaptação das coroas pós-cimentação foi a seguinte: completamente cheia (90.0  $\pm$  15.2  $\mu$ m), cheia pela metade (42.1  $\pm$  8.6  $\mu$ m) e pincelada (27.4  $\pm$  7.2

µm). Este estudo indica que uma fina camada pincelada provoca menor discrepância na adaptação de coroas totais que grandes volumes de agente cimentante.

ETTINGER et al.<sup>13</sup> (1997), publicaram um estudo em que avaliaram as margens de coroas de aço inoxidável cimentadas com quatro agentes cimentantes. Os agentes cimentantes utilizados foram: fosfato de zinco, Ketac-Cem, All-Bond e Panavia 21 . O propósito do estudo foi de identificar quais agentes cimentantes mostrariam menores falhas quando usados com coroas de aço inoxidável. Os dentes foram ciclados por 6 horas em solução desmineralizante e, após, por 17 horas em solução remineralizante. Todos os dentes foram seccionados e fotomicrografias foram realizadas. A análise das fotomicrografias serviu para determinar a intensidade das lesões nas margens das coroas. Os resultados mostraram que, se as margens da coroas estavam localizadas em esmalte, as menores lesões foram com Ketac-Cem; se, na dentina, então, as menores foram com All-Bond. Não foi encontrada diferença estatística quanto à intensidade das lesões associada com as margens das coroas. Isto sugere que não existe diferença entre os cimentos em termos de proteção das margens das coroas em relação ao ataque ácido.

GUZMAN et al.<sup>19</sup> (1997), analisaram a resistência ao desgaste de quatro agentes cimentantes em função da abertura marginal, tipo de cimento e material restaurador. Foram utilizados três tipos de cimentos resinosos (Variolink, Vita-Duo e Enforce) e um cimento de ionômero de vidro modificado (Duet). Como materiais restauradores foram utilizados uma cerâmica (Vitadur) e resina composta (Concept). Para simular a situação clínica entre material restaurador e esmalte dental, corpos-de-prova planos foram preparados consistindo de blocos de material restaurador entre dois blocos de estrutura dental (esmalte bovino) cimentados em cada lado com agente cimentante. Foi utilizada escova dental para submeter os corpos-de-prova à abrasão. Foram selecionados três variações para abertura marginal:  $240 \pm 30 \mu\text{m}$ ,  $150 \pm 30 \mu\text{m}$  e  $60 \pm 30 \mu\text{m}$ . Todos corpos-de-prova foram

termociclados por 2.500 ciclos de 8°C e 48°C. O cimento de ionômero de vidro modificado mostrou a menor resistência ao desgaste para todas as variáveis consideradas. Foram encontradas diferenças significantes na resistência ao desgaste para os quatro agentes cimentantes quando a interface esmalte/restauração foi de 240 µm, apesar do tipo do material restaurador utilizado. A importância do tipo de cimento utilizado aumenta com o aumento da abertura marginal. Desta maneira, se a abertura marginal entre a restauração e a estrutura dental for grande, a quantidade de desgaste do cimento utilizado será alta.

### **2.5. Ensaio de resistência à tração:**

O sucesso de uma prótese fixa depende, entre outros fatores, da resistência de união entre metal/resina/dente, de uma indicação precisa e de um preparo que proporcione retenção à estrutura metálica.

RENO<sup>38</sup> (1988) estudou a influência do alívio em troquéis de gesso no ajuste e retenção friccional de coroas totais metálicas antes da cimentação. Trinta dentes humanos molares superiores recém extraídos foram preparados para a confecção de coroas totais metálicas. Para facilitar a leitura do desajuste, restaurações de amálgama foram previamente realizadas nas raízes dos dentes em 4 pontos equidistantes nas faces vestibular, palatina, mesial e distal, e posteriormente, traçadas, com lâmina de bisturi, duas linhas em cruz, sobre as mesmas. Outras 4 cruces foram demarcadas nas coroas a aproximadamente 1,5 cm da sua correspondente na raiz. Após moldagem e obtenção dos troquéis com gesso especial, esses foram divididos aleatoriamente em três grupos de 10. Os troquéis do grupo I não receberam nenhum tipo de alívio, os do grupo II foram aliviados com duas camadas de esmalte de unhas e os do grupo III com quatro camadas do verniz Tru-Fit. As medidas das coroas em relação aos preparos foram realizadas em microscópio, e os valores médios foram: grupo I (454,9 µm); grupo II (82,9

$\mu\text{m}$ ) e; grupo III (76,7  $\mu\text{m}$ ). Os ensaios de remoção por tração das coroas em relação aos preparos mostraram a seguinte variação de acordo com cada grupo estudado: grupo I (de 70 a 243 Kgf.); grupo II (de 148 a 345 Kgf.); e grupo III (de 247 a 970 Kgf.). Os valores de desajuste e os de resistência à remoção por tração foram à análise de variância a um critério de classificação modelo fixo, mostrando haver uma diferença significativa entre os grupos analisados e a aplicação do método de comparações individuais de Tukey-Kramer mostrou que essa diferença para os valores de desajuste era quando os grupos I x II e I x III e os grupos I x III e II x III para os valores de resistência a remoção por tração. Com isso podemos concluir, que o alívio nos troquéis de gesso, independente do material utilizado, promoveu menor desajuste das coroas em relação aos preparos, sendo necessários menos desgastes nas superfícies internas das mesmas para conseguir adaptação clinicamente aceitável. Para estes grupos os valores de retenção friccional mostraram-se mais elevados quando comparados com o grupo de coroas de troquéis não aliviados, sendo entretanto considerados dentro dos padrões clinicamente aceitáveis para uma cimentação adequada. Segundo os resultados obtidos, o esmalte de unhas Risqué mostrou-se viável como opção nacional para o alívio em troquéis de gesso.

ASSIF et al.<sup>3</sup> (1992) pesquisaram o grau de cobertura, nas paredes do preparo, do cimento de fosfato de zinco e o seu efeito na retenção de coroas totais. O cimento foi colocado em diferentes localizações durante o processo de fixação das coroas. Nas coroas: somente nas margens, metade apical da parede axial e toda parede axial; no preparo: somente nas margens, metade apical das paredes axiais e toda a parede axial. A cobertura de cimento na superfície oclusal não influenciou na retenção, mas influenciou na adaptação marginal. Os autores recomendam o método de aplicação do cimento na metade apical do preparo, método este rebatido por HOFFMAN<sup>20</sup> (1993), que considera a cobertura da área marginal e aproximadamente 2mm das paredes

axiais da coroa com cimento como sendo a mais adequada, conforme sua experiência clínica.

MORAIS et al.<sup>27</sup> (1994), pesquisaram dois tipos de agentes cimentantes quanto a sua resistência à remoção por tração e desajuste de infra-estruturas para coroas metalocerâmicas, sendo analisados o cimento de fosfato de zinco (S. S. White) e ionômero de vidro Ketac-Cem radiopaco (ESPE-Alemanha). A média do ajuste observado para a adaptação das infra-estruturas antes da cimentação, em relação aos preparos do grupo I (fosfato de zinco), foi de 126 $\mu$ m (variação de 56 a 211 $\mu$ m) e do grupo II (ionômero de vidro) foi de 109 $\mu$ m (variação de 56 a 200 $\mu$ m). A média de desajuste observado da adaptação das infra-estruturas após a cimentação, em relação aos preparos do grupo I (fosfato de zinco), foi de 18,53 $\mu$ m (variação de 11 a 29 $\mu$ m) e do grupo II (ionômero de vidro) foi de 20,6 $\mu$ m (variação de 9 a 38 $\mu$ m). Quanto ao ensaio de tração, após a cimentação mostrou os seguintes valores para o grupo I (fosfato de zinco): 25,24Kgf (variação de 5,40 a 48,70Kgf); para o grupo II (ionômero de vidro): 33,16Kgf (variação de 15,50 a 61,50Kgf). Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois tipos de cimentos, para os fatores analisados e acreditam que estudos laboratoriais e clínicos de longo prazo, controlados cientificamente, fazem-se necessários para que o cimento de ionômero de vidro possa ser utilizado rotineiramente.

SANO et al.<sup>43</sup> (1995) analisaram a resistência à tração de resinas à dentina humana desmineralizada. Este estudo testou a hipótese de que a infiltração da resina na dentina desmineralizada pode recuperar as propriedades retentivas da dentina mineralizada. Pequenas amostras de dentina humana desmineralizada foram utilizadas (0,5 cm de espessura X 0,5 cm de largura), onde foram aplicados um dos cinco sistemas adesivos utilizados: All Bond 2, Scotchbond Multi-Purpose, Clearfil Liner Bond 2, Superbond C&B e Clearfil Photobond. A média da força de tração (MPa) foi

medida na dentina mineralizada e desmineralizada. Os resultados mostraram que algumas resinas adesivas aplicadas na dentina desmineralizada podem recuperar e até mesmo, exceder a máxima força de tração da dentina mineralizada.

O trabalho experimental de NEDER et al.<sup>29</sup> (1996) estudou *in vitro* a resistência de união, sob força de tração, do cimento de ionômero de vidro Ketac-Cem e do cimento resinoso Comspan às ligas de Ni-Cr; a 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 liga metálica Ni-Cr, com superfície circular, plana, jateadas com óxido de alumínio e fixadas em dentes humanos extraídos (26 peças com Comspan e 26 peças com Ketac-Cem), com a superfície oclusal desgastada até o nível dentário. Após 24 horas de armazenagem, 13 corpos-de-prova de cada grupo de cimento foram submetidos à ciclagem térmica e os outros 26 corpos-de-prova permaneceram intactos (sendo 13 de cada grupo de cimento). Após 36 horas de ciclagem térmica, os 52 corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de tração. 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 Comspan; o cimento Comspan, após a tração, ficou predominantemente aderido na liga, enquanto o cimento Ketac-Cem, na dentina.

PEGORARO et al.<sup>35</sup> (1998), avaliaram a resistência à tração de coroas totais usando dois tipos de cimentos e três agentes utilizados para limpeza dos preparos. As coroas foram cimentadas com cimentos a base de fosfato de zinco (S.S. White) e policarboxilato (Durelon). O cimento de fosfato de zinco, utilizado como grupo controle, utilizou o Tergentol com agente de limpeza dos preparos (grupo I). Para o cimento de policarboxilato foram utilizados os seguintes agentes para a limpeza dos preparos: Tergentol (Grupo II), Tergentol + ácido poliacrílico (Grupo III), Tergentol + ácido

cítrico (Grupo IV). Os valores obtidos em relação à resistência à tração: Grupo I (61,13 Kg), grupo II (62,81 Kg), grupo III (54,14 Kg) e grupo IV (52,82 Kg); estes resultados, mostraram que não existiram diferenças estatísticas em relação a resistência à tração nos grupos avaliados. A adaptação marginal após cimentação também foi avaliada e os resultados obtidos foram os seguintes: Grupo I (34,12  $\mu\text{m}$ ), grupo II (14,26  $\mu\text{m}$ ), grupo III (9,42  $\mu\text{m}$ ) e grupo IV (13,72  $\mu\text{m}$ ); mostrando uma melhor adaptação quando o cimento de poliacarboxilato foi utilizado, em relação ao cimento de fosfato de zinco.

### 3. PROPOSIÇÃO

Analisando a Revisão da Literatura, foram observados alguns aspectos conflitantes no que concerne à adaptação e resistência à tração de coroas totais.

Propõe-se avaliar *in vitro*:

- 3.1. A influência da convergência axial de 24° e 32°, na adaptação cervical de coroas totais;
- 3.2. A influência do alívio interno na adaptação cervical de coroas totais;
- 3.3. A influência do tipo de cimento resinoso na adaptação cervical de coroas totais;
- 3.4. A influência da convergência axial de 24° e 32°, na resistência à tração de coroas totais;
- 3.5. A influência do alívio interno na resistência à tração de coroas totais;
- 3.6. A influência do tipo de cimento resinoso na resistência à tração de coroas totais.

## 4. MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1. MATERIAIS

Nº	MATERIAIS OU INSTRUMENTOS	FABRICANTE	País
1.	Delineador Eletro Auri	Eletro Auri	Brasil
2.	Ponta diamantada cilíndrica nº 4102	KG Sorensen	Brasil
3.	Cera para enceramento	Kota	Brasil
4.	Espessímetro	Bio-Art	Brasil
5.	Revestimento Micro-Fine	Talladium	USA
6.	Liga metálica Wiron 99 (Ni-Cr)	Bego	Alemanha
7.	Pedras de óxido de alumínio	KG Sorensen	Brasil
8.	Borrachas abrasivas	KG Sorensen	Brasil
9.	Lupa com oito vezes de aumento	Waltex	Brasil
10.	Resina acrílica ativada quimicamente – vermelha	Duralay	USA
11.	Cera para enceramento	Yeti	Alemanha
12.	Carbono líquido	Yeti	Alemanha
13.	Cimento resinoso Enforce com Flúor	Dentsply	Brasil
14.	Cimento resinoso Scotchbond <sup>MR</sup>	3M	USA
15.	Pincel nº 0	Tigre	SP/Brasil
16.	Aparelho para ciclagem térmica – MCT2 - AMM	Instrumental	Brasil
17.	Disco diamantado com 10 cm de diâmetro	KG Sorensen	Brasil
18.	Resina acrílica autopolimerizável – incolor	Duralay	USA
19.	Politriz manual APL-2	Arotec	Brasil
20.	Microscópio comparador Leitz	Wetzlar	Alemanha
21.	Lixas d'água (320, 600, 1200)	3M	Brasil
22.	Máquina de Teste Universal	INSTRON	Inglaterra
23.	Clear Spacer (transparente)	Yeti	Alemanha
24.	Duo Spacer (amarelo e prata)	Yeti	Alemanha
25.	Silicone para molde	Maxi Epoxi	Brasil

## **4.2. MÉTODO**

### **4.2.1. Confeção do preparo:**

Foram utilizados 160 dentes incisivos permanentes bovinos, extraídos recentemente e armazenados em água destilada. A porção radicular de cada dente foi incluída em cilindro de PVC (27 mm de altura e 16 mm de diâmetro), com resina acrílica ativada quimicamente, até aproximadamente 2 mm aquém do limite cimento/esmalte. A confecção do preparo e do corpo-de-prova foi realizado de acordo com SILVA & SILVA<sup>46</sup> (1997). O procedimento de inclusão do dente foi realizado de forma que a base do cilindro de PVC permanecesse perpendicular em relação ao longo eixo do dente. Com o objetivo de controlar a posição do dente até a polimerização final da resina, o anel foi posicionado na base de um delineador Eletro Auri e o dente fixado com cera utilidade na haste vertical móvel do mesmo delineador.

Após a polimerização final da resina, o cilindro de PVC foi removido e a base do cilindro de resina com o dente, incluída em outro cilindro de diâmetro maior (8 mm de altura e 31 mm de diâmetro). O conjunto foi submetido a torneamento, adquirindo o cilindro maior a dimensão 30 mm de diâmetro e 8 mm de altura, ficando o menor com 13 mm de diâmetro e 27 mm de altura. Esta configuração se prestou para a fixação do conjunto no suporte da máquina utilizada para os ensaios.

O conjunto dente-cilindro de resina foi armazenado em água destilada e em temperatura ambiente.

Com o objetivo de obter padronização das dimensões dos preparos, foram confeccionados alguns dispositivos adaptados às necessidades do estudo. Na haste vertical móvel do delineador, foram adaptados e fixados um transferidor e um compasso de ponta seca, de maneira que a base do transferidor ficasse paralela ao longo eixo da haste e a ponta seca do compasso, perpendicular à mesma.

Na haste vertical móvel de um segundo delineador, do mesmo tipo, foi adaptado e fixado um alta-rotação munido de uma ponta diamantada cilíndrica (4102), com 1,5 mm de diâmetro, utilizada na preparação dos dentes, permanecendo perpendicular à base do delineador. (FIG. 1)

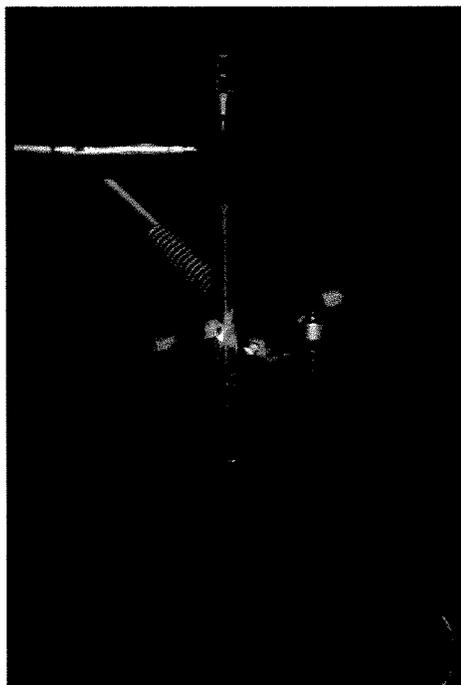


FIGURA 1: Alta rotação fixado em delineador adaptado com broca perpendicular à base.

Visando a fixar e posicionar o conjunto dente-cilindro nas angulagens pré-determinadas para os preparos, foi adaptado à platina do delineador, um suporte de angulação ajustável. Este arranjo se prestou para determinar a inclinação de  $12^\circ$  e  $16^\circ$  na platina (FIG. 2).

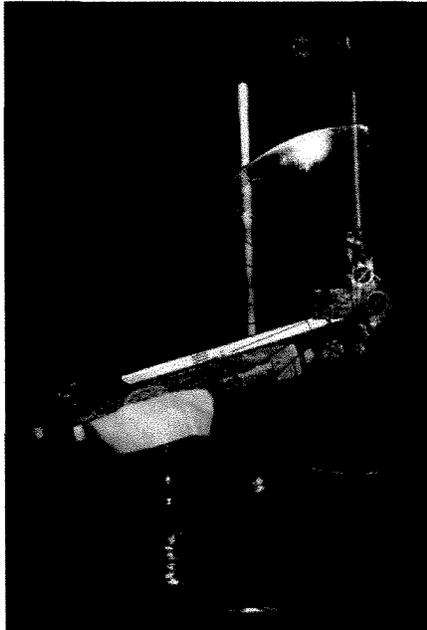


FIGURA 2: Suporte de angulação ajustável

O conjunto dente-cilindro foi fixado na platina ajustada na angulação desejada e transferido para a base do delineador, com o alta-rotação fixado para a confecção dos preparos. A redução das faces axiais foi realizada através da movimentação manual dos corpos-de-prova na platina, sobre a base do delineador (FIG. 3).

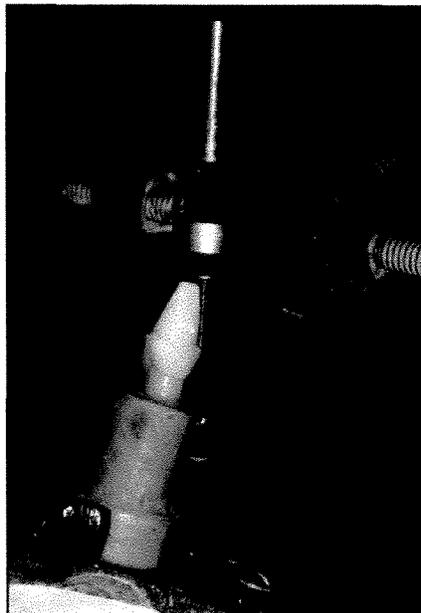


FIGURA 3: Confecção do preparo dental.

O preparo confeccionado foi do tipo coroa total, com 11 mm de altura e 9 mm de largura. O término cervical foi dado pelo formato da extremidade ativa da ponta, um ombro igual a 90°. A redução incisal foi de aproximadamente 1,5 mm de espessura em toda a sua superfície, e a redução das faces vestibular, lingual e proximais foi de aproximadamente 1,5 mm. O acabamento das paredes do preparo foi realizado com a utilização de brocas multilaminadas (FIG. 4).

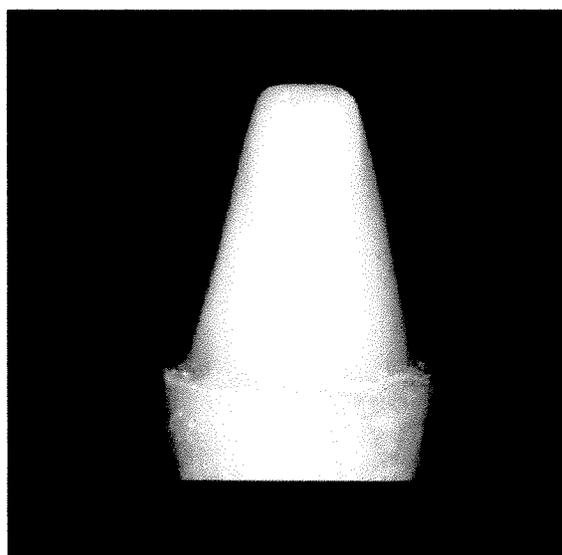


FIGURA 4: Preparo dental do tipo coroa total.

#### **4.2.2. Obtenção das coroas:**

Com o objetivo de obter padronização na forma e dimensão das coroas totais foram confeccionados um padrão e um molde.

A confecção do padrão foi executada em um dos preparos, selecionado aleatoriamente, e consistiu em reconstruir em cera uma coroa total. A espessura dos corpos-de-prova foi controlada através do uso de um espessímetro, em torno de 1,5 mm. O padrão de cera foi removido do preparo e incluído, a vácuo, em revestimento de alta fusão e fundido com liga metálica à base de Níquel-Cromo. Ambos os procedimentos foram realizados de acordo com as especificações do fabricante. Após a fundição, foi

realizado o acabamento com pedras de óxido de alumínio e polimento com borrachas abrasivas. Foi observado, através de uma lupa com aumento de oito vezes e de uma sonda clínica, a adaptação cervical ao preparo (FIG. 5).

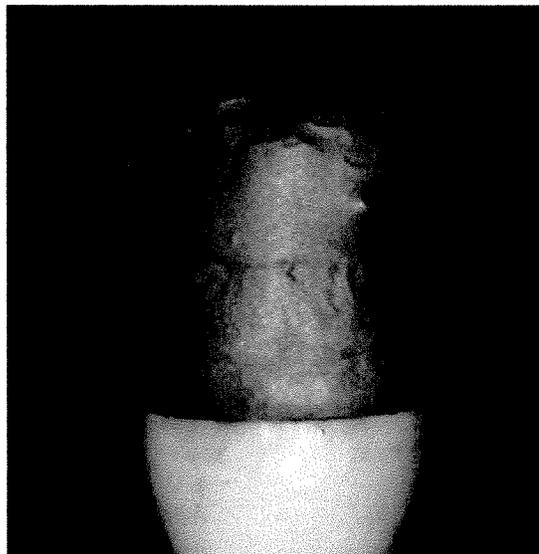


FIGURA 5: Padrão metálico sobre o preparo.

Um molde do padrão metálico foi confeccionado com silicona industrial para a padronização das coroas a serem confeccionadas.

Nos grupos em que o alívio foi realizado, o mesmo foi executado no preparo com a utilização de 3 camadas de espaçadores (Duo Spacer). Na primeira camada foi aplicado o Clear Spacer (transparente), possuindo 3  $\mu\text{m}$  de espessura e servindo como base para os espaçadores coloridos, com os quais se une quimicamente. Na segunda camada foi aplicado o espaçador amarelo com 7  $\mu\text{m}$  de espessura. Na terceira camada foi aplicado o espaçador prata com 13  $\mu\text{m}$  de espessura, totalizando 23  $\mu\text{m}$  de espaçamento.

Considerando a convergência axial, a utilização ou não de alívio interno e o agente cimentante utilizado, os grupos foram divididos conforme a TAB. 5.

TABELA 5: Constituição dos grupos:

GRUPOS	CONVERGÊNCIA	ALÍVIO INTERNO	AGENTE CIMENTANTE	N.º de CORPOS-DE-PROVA
Grupo I	24°	SIM	Scotchbond	20
Grupo II			Enforce	20
Grupo III		NÃO	Scotchbond	20
Grupo IV			Enforce	20
Grupo V	32°	SIM	Scotchbond	20
Grupo VI			Enforce	20
Grupo VII		NÃO	Scotchbond	20
Grupo VIII			Enforce	20

Para a obtenção das coroas, os preparos foram isolados com fina camada de vaselina sólida. Resina acrílica ativada quimicamente foi vertida na fase arenosa no molde correspondente ao padrão. O conjunto dente-cilindro foi colocado no molde e aguardado o início da polimerização da resina para a sua remoção. Após a remoção da coroa em resina, cada corpo-de-prova foi examinado, selecionando-se os que ficaram de acordo com o planejamento. O limite cervical das coroas foi desgastado cerca de 1 mm e reembasado com cera neutra, para melhor adaptação das coroas nos preparos.

Na incisal das coroas que foram submetidos à tração, foi confeccionado um arco de aproximadamente 4mm de diâmetro.

Os corpos-de-prova permaneceram posicionados em seus respectivos preparos por um período de no mínimo três horas e, em seqüência, incluídos, a vácuo, em revestimento de alta fusão e fundidos com liga metálica à base de Ni-Cr. Após a fundição, os corpos-de-prova foram submetidos à limpeza

com jato de areia, e acabamento e polimento externo com pedras montadas de óxido de alumínio e borrachas abrasivas, sendo novamente reavaliados no que concerne à lisura interna e adaptação cervical, através de uma lupa, com oito vezes de aumento, e uma sonda clínica. As bolhas positivas, quando pequenas, foram eliminadas com pontas diamantadas esféricas.

As superfícies internas foram secas e contatos prematuros identificados pelo assentamento das coroas nos respectivos dentes revestidas internamente com uma fina camada de carbono líquido, aplicado com pincel. Áreas de contato brilhantes foram ajustadas usando broca esférica diamantada.

Após ajustadas, as coroas receberam um jato de óxido de alumínio (50 µm) na superfície interna.

#### **4.2.3. Cimentação das coroas nos preparos:**

A cimentação das coroas nos preparos foi realizada através da utilização de dois agentes cimentantes resinosos (Scotchbond e Enforce).

##### **4.2.3.1. Utilização do Cimento Resinoso Scotchbond:**

Conforme orientações do fabricante, a cimentação das coroas obedeceu a seguinte sequência:

- Aplicação do silano à superfície interna da coroa secando durante 5 segundos com leves jatos de ar.
- Ataque ácido na superfície dental durante 15 segundos, enxaguando durante 15 segundos e secando com leves jatos de ar durante 5 segundos.
- Aplicação do ativador à superfície dental secando com leves jatos de ar, sem enxaguar.
- Aplicação do primer e secar levemente durante 5 segundos.
- Aplicação do catalizador no dente.
- Aplicação do catalizador na superfície interna das coroas.
- Aplicação do cimento resinoso proporcionado em quantidades iguais da pasta base e pasta catalizadora e misturado durante 2 minutos.

- O agente cimentante, em todos os grupos, foi colocado com um pincel n.º 0, na área marginal e até, aproximadamente, a metade da parede axial da coroa. GAAG et al.<sup>16</sup> (1982).
- Para o assentamento, as coroas foram colocadas sob carga de 9 Kg durante 2 minutos, aplicada na superfície incisal por meio de um dispositivo para carga estática.
- Remoção dos excessos de agente cimentante.
- Aguardar 4 minutos para completa polimerização do agente cimentante.
- As amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas, a temperatura de 37° C ± 2° C.

#### **4.2.3.2. Utilização do Cimento Resinoso Enforce:**

Conforme orientações do fabricante, a cimentação das coroas obedeceu a seguinte sequência:

- Ataque ácido na superfície dental durante 15 segundos, enxaguando durante 15 segundos e secando com leves jatos de ar durante 5 segundos.
- Aplicação de 3 gotas do Prime & Bond 2.1 durante 20 segundos, fazendo com que toda a superfície do preparo fosse molhada, secando com leves jatos de ar durante 5 segundos. Fotopolimerização durante 10 segundos.
- A cimentação com cimento de presa dual foi utilizado, misturando durante 20 segundos porções iguais da pasta catalizadora com a pasta base.
- O agente cimentante, em todos os grupos, foi colocado com um pincel n.º 0, na área marginal e até, aproximadamente, a metade da parede axial da coroa. GAAG et al.<sup>16</sup> (1982).

- Para o assentamento, as coroas foram colocadas sob carga de 9 Kg durante 2 minutos, aplicada na superfície incisal por meio de um dispositivo para carga estática. (FIG. 6)



FIGURA 6: Assentamento da coroa no momento da cimentação

- Remoção dos excessos de agente cimentante.
- Fotopolimerização das margens da coroa durante 30 segundos em cada face.
- Aguardar 3 minutos para completa polimerização do agente cimentante.
- As amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas, a temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.2.4. Ciclagem Térmica dos corpos-de-prova:**

Os grupos foram submetidos à ciclagem térmica na máquina MCT2 – AMM – Instrumental, em temperaturas de  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  em um regime de 1500 ciclos, com 30 segundos de imersão em cada temperatura.

#### 4.2.5. Avaliação da adaptação das coroas:

Metade dos corpos-de-prova de cada grupo foram seccionadas longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual, em seu terço médio sob irrigação. (FIG. 7).

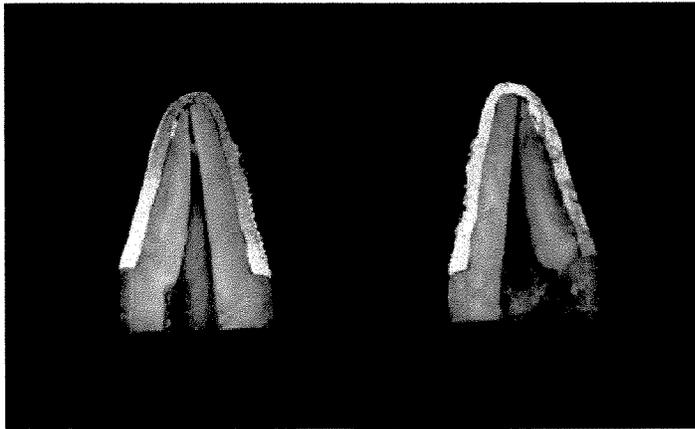


FIGURA 7: Coroa seccionada longitudinalmente

As partes obtidas foram incluídos em resina, sendo que após a polimerização da resina foi efetuado polimento para regularização da superfície dental com politriz manual sob irrigação (lixa d'água n<sup>os</sup> 320, 600, 1200).

A adaptação das coroas foi medida na interface preparo-coroa em um microscópio comparador Leitz, com aumento de 40 vezes, utilizando o critério de SORENSEN et al<sup>47</sup> (1992), ilustrado na FIG. 8.

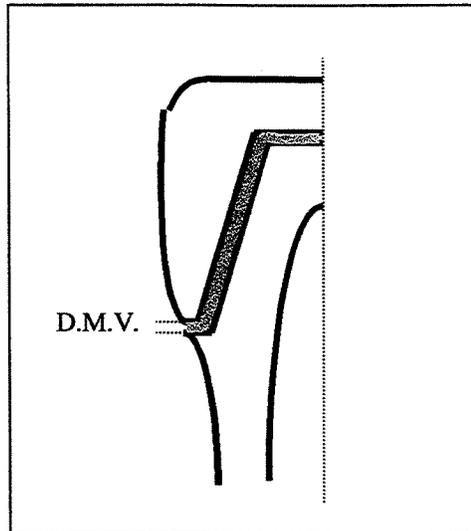


FIGURA 8: Desenho esquemático mostrando a discrepância marginal vertical (D.M.V.).

Cada avaliação consistiu de três medidas, sendo calculada a média das mesmas.

#### **4.2.6. Avaliação da resistência à tração das coroas:**

Metade das coroas cimentadas de cada grupo foram submetidas à força de tração até seu deslocamento do preparo.

Durante os ensaios foi utilizada uma máquina de teste universal “INSTRON”, modelo 4411 (Inglaterra). A máquina foi regulada a uma velocidade constante de 1 mm/min, com capacidade de carga de 500 Kgf (FIG. 9).

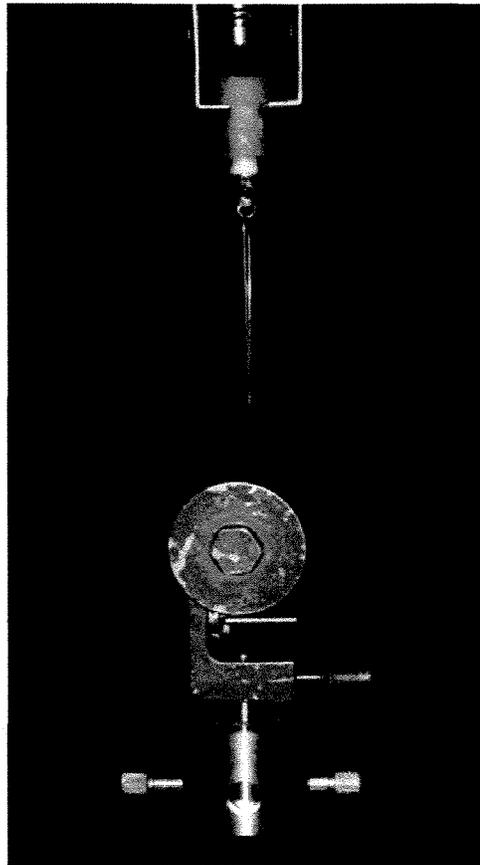


FIGURA 9: Ensaio de tração sendo realizado.