

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

**ANGELO STEFANO SECCO**

**Cirurgião Dentista**

**INFLUÊNCIA DO IONÔMERO DE VIDRO E DA  
RESINA COMPOSTA NA SUSTENTAÇÃO DO ESMALTE E  
SEU EFEITO NA RIGIDEZ, DEFLEXÃO E RESISTÊNCIA À  
FRATURA DAS CÚSPIDES DOS DENTES RESTAURADOS**

**PIRACICABA - SP**

**1995**

**Se23i**

**25963/BC**

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

**ANGELO STEFANO SECCO**

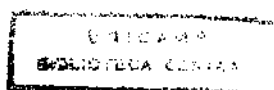
**Cirurgião Dentista**

**INFLUÊNCIA DO IONÔMERO DE VIDRO E DA  
RESINA COMPOSTA NA SUSTENTAÇÃO DO ESMALTE E  
SEU EFEITO NA RIGIDEZ, DEFLEXÃO E RESISTÊNCIA À  
FRATURA DAS CÚSPIDES DOS DENTES RESTAURADOS**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas  
UNICAMP, para obtenção do Título de Mestre  
em Ciências - Área de Materiais Dentários  
**Orientador : Prof. Dr. LUÍS ROBERTO  
MARCONDES MARTINS**

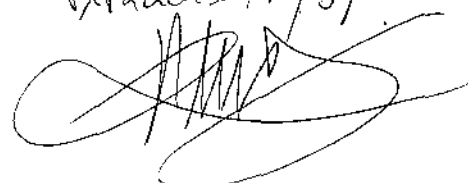
**PIRACICABA - SP**

**1995**



*Este exemplar  
foi devolvido corrigido  
conforme requerido*

*CCPG/036/83*

*Piracicaba, 19/9/95*  




UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

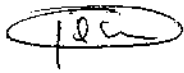


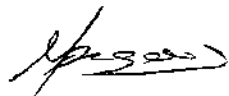
Data da defesa de tese: 30 de agosto de 1995.

Banca Examinadora:

Nota

Prof. Dr. Luis Roberto M. Martins (10)  
Luis Roberto Marcondes Martins

Prof. Dr. Gelson Luis Adabo (10)   
Gelson Luis Adabo

Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES (10)   
Mario Fernando de Goes

Média Final: Aprovado com distinção e louvor

***Dedicatória***

A **Deus**, pela vida;

À minha família,  
meu pai **Miraldo** “ *in memoriam*”,  
à minha mãe **Matilde** e meus  
irmãos, **Marcelo**, **Marcos** e  
**Márcio** cujos enormes sacrifícios  
permitiram minha educação.

À **Cristiane**,  
pelo carinho, apoio e estímulo;

*Agradecimento Especial*

Ao Prof. Dr. **LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS,**

pela orientação paciente e segura deste trabalho,  
que contribuiu muito para minha formação  
científica, pessoal e sobretudo pela amizade  
sincera.

Ao Prof. Dr. MÁRIO FERNANDO DE GOES, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da UNICAMP, pelo empenho em tornar esta Faculdade um centro de referência, ainda maior, no estudo dos Materiais Dentários, por criar um ambiente fértil às idéias, à pesquisa e ao ensino, embasado no conhecimento científico, com o qual espero poder compartilhar sempre.

Ao Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI, titular da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pelo seu exemplo, objetividade e precisão na orientação durante o curso.

Ao Prof. Dr. DIRCEU SPINELLI, doutor em fadiga dos materiais, do departamento de Engenharia dos Materiais da Escola de Engenharia de São Carlos, USP, pelo equipamento e orientação nos testes de resistência à fratura.

Ao Prof. TOSHIAKI TAKEYA, do Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos, USP, pelo equipamento e orientação na realização dos ensaios de extensimetria .

À Prof<sup>a</sup>. Dra. MARINÉIA DE LARA HADDAD, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz - ESALQ - USP, pela orientação na análise estatística.

**Muito obrigado por tudo.**



## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. JOSÉ RANALI, Diretor da FOP - UNICAMP e ao prof. Dr. OSLEI PAES DE ALMEIDA, diretor associado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão do auxílio para a realização da fase experimental deste estudo, processo 94/0129-0.

Aos profs. do curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da UNICAMP, Dr. LOURENÇO CORRER SOBRINHO, Dr. LUÍS ANTÔNIO RUHNKE, Dr. WOLNEY LUIZ STOLF, pelo permanente apoio, experiência e amizade transmitidos durante o curso.

Aos profs. da disciplina de Materiais Dentários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dr. EWERTON NOCCHI CONCEIÇÃO, Dr. LÉO WERNER SÜFFERT e Dra. SUSANA MARIA WERNER SAMUEL, pelo exemplo e incentivo a pesquisa e carreira universitária;

Ao Técnico do Laboratório do Departamento de Materiais da Escola de Engenharia de São Carlos - USP Sr. JOÃO GERONIMO BERNARDES pela sua disponibilidade, presteza e facilidades proporcionadas na realização dos ensaios com a máquina INSTRON.

Ao Srs. EMÍLIO CARLOS SALLES e MARCO ANTÔNIO ROMANO, do Centro de Processamento de Dados da Faculdade de Odontologia pela orientação na utilização da Planilha de cálculos Excel Microsoft para confecção das tabelas e cálculos.

Aos funcionários da Disciplina de Materiais Dentários Sra. SELMA A. B. SEGALLA, Sr. ADÁRIO CANGIANI e ao engenheiro MARCOS CANGIANI, pela atenção e auxílio.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação pelas experiências trocadas;

Ao amigo de graduação e pós-graduação JOÃO FELIPE MOTA PACHECO, pela amizade e hermenêutica permanente;

Ao colega de pós-graduação e amigo MÁRIO ALEXANDRE SINHORETI, pela solicitude com que me recebeu em Piracicaba.

**A todos aqueles que pesquisando e estudando os problemas correlacionados, possibilitaram através de suas comunicações, a realização deste trabalho.**

## SUMÁRIO

	folha
1. LISTAS	1
2. RESUMO	6
3. INTRODUÇÃO	9
4. REVISÃO DA LITERATURA	14
5. PROPOSIÇÃO	62
6. MATERIAIS E MÉTODOS	64
6.1 MATERIAIS	65
6.2 MÉTODOS	65
6.2.1 Seleção dos dentes	65
6.2.2 Inclusão das raízes dos dentes	68
6.2.3 Confeção do nicho na oclusal dos dentes	68
6.2.4 Colagem dos extensômetros	70
6.2.5 Soldagem fios de condução nos extensômetro	71
6.2.6 Leituras dos dados do teste de extensometria	73
6.2.7 Preparo da cavidade classe II MO	75
6.2.8 Remoção da dentina de suporte do esmalte	78
6.2.9 Restauração do grupo 4	82
6.2.10 Restauração do grupo 5	84
6.2.11 Restauração do grupo 6	84
6.2.12 Teste de resistência à fratura	85
6.2.13 Leituras do teste de extensometria realizadas	86
6.2.14 Cálculo da rigidez e deflexão relativa	87
6.2.15 Análise estatística	88
7. RESULTADOS	89
7.1. Rigidez relativa	90
7.2. Deflexão relativa	95
7.3. Testes de resistência à fratura	99
7.4. Avaliação da fratura do esmalte oclusal	100
8. DISCUSSÃO	103
9. CONCLUSÃO	115
10. APÊNDICE	117
11. SUMMARY	146
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147

**1 - LISTAS**

## LISTAS

<b>TABELAS</b>	<b>folha</b>
6.1 - Materiais utilizados.	65
6.2 - Grupos experimentais.	66
6.3 - Seqüência das leituras dos dados para o cálculo da rigidez e deflexão no dente hígido, após o preparo de classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte e o teste de resistência à fratura.	67
6.4 - Seqüência de procedimentos restauradores.	81
7.1.1 - Médias da rigidez relativa para o dente hígido quando submetido ao preparo cavitário, remoção de dentina e materiais restauradores.	90
7.1.2 - Percentual da redução na rigidez relativa causado pelo preparo cavitário, remoção da dentina e a recuperação da rigidez resultante do suporte do esmalte com os materiais restauradores em relação ao dente hígido.	91
7.2.1 - Médias da deflexão relativa para o dente hígido, quando submetido ao preparo cavitário, remoção de dentina e materiais restauradores.	95
7.2.2 - Percentual do aumento da deflexão relativa causado pelo preparo cavitário, remoção de dentina e o percentual da redução da deflexão resultante do suporte de esmalte com os materiais restauradores Ketac Bond, Vitremer e Z100, em relação ao dente hígido.	96
7.3.1 - Médias da resistência à fratura dos dentes em kg.	99
7.4.1 - Padrão de fratura do esmalte oclusal.	100

<b>FIGURAS</b>	<b>folha</b>
6.1 - Dispositivo para inclusão da raiz dos dentes.	69
6.2 - Desenho esquemático do extensômetro.	70
6.3 - Corpo de prova com o fio soldado nos terminais do extensômetro.	72
6.4 - Corpo de prova posicionado para o ensaio .	74
6.5 - Corpo de prova posicionado para a confecção do preparo de cavidade de classe II MO.	76
6.6 - Desenho esquemático do preparo cavitário de Classe II MO	77
6.7 - Corpo de prova posicionado para a remoção de dentina de suporte do esmalte oclusal.	79
6.8 - Desenho esquemático do preparo cavitário sem suporte do esmalte oclusal .	80
6.9 - Desenho esquemático do esmalte suportado artificialmente.	83
6.10 - Fixação da matriz metálica.	83
7.1 - Gráfico da rigidez das cúspides dos dentes hígidos, alterados pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Ketac Bond.	93
7.2 - Gráfico da rigidez das cúspides dos dentes hígidos, alterados pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Vitremer.	93

- 7.3 - Gráfico da rigidez das cúspides dos dentes hígidos, alterados pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com a resina composta Z100. 93
- 7.4 - Gráfico da deflexão das cúspides dos dentes hígidos, alterada pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Ketac Bond. 97
- 7.5 - Gráfico da deflexão das cúspides dos dentes hígidos, alterada pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Vitremer. 97
- 7.6 - Gráfico da deflexão das cúspides dos dentes hígidos, alterada pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Z100. 97
- 7.7 - Gráfico das médias da resistência à fratura dos dentes. 99
- 7.8 - Desenho esquemático e fotomicrografias do padrão de fratura do esmalte oclusal. 101

## ABREVIATURAS E SIGLAS

BIS-GMA:	Bisfenol-A Glicidil Metacrilato
°C:	Grau Celsius
D.O.:	Disto Oclusal
DR:	Deflexão Relativa
J/m <sup>2</sup> :	Jaule por metro quadrado
kg:	kilograma
με :	Micro Strain
mm:	Milímetro
MN/m <sup>2</sup> :	Mega Newton por metro quadrado
MO.:	Mésio Oclusal
MOD.:	Mésio Oclusal Distal
MPa:	Mega Pascal
mW/cm <sup>2</sup> :	Mili Watts por centímetro quadrado
N/s:	Newton por segundo
PVC.:	Polivínil Cloreto (rígido)
RS:	Rigidez Relativa
TEGDMA:	Trietileno Glicol Dimetacrilato



**2 - RESUMO**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência do cimento de ionômero de vidro e da resina composta na sustentação do esmalte sem apoio de dentina, assim como, os efeitos na rigidez, deflexão e resistência à fratura das cúspides dos dentes restaurados. Foram utilizados 42 pré-molares superiores recentemente extraídos, mantidos hidratados e divididos em 6 grupos de 7 dentes: 1 - Dente hígido; 2 - Classe II MO; 3 - Classe II mais remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal; 4 - Idem grupo 3, com esmalte oclusal suportado com ionômero de vidro Ketac Bond, (ESPE); 5 - Idem grupo 3, com esmalte oclusal suportado com Vitremer (3M); e, 6 - Idem grupo 3, com esmalte oclusal suportado com resina Z100 (3M). Em todos os grupos antes dos tratamentos iniciarem e após cada tratamento foram realizadas leituras de extensimetria com os extensômetros colados na superfície vestibular e lingual de cada dente, aplicando-se uma carga de 12kg na oclusal dos dentes através da máquina Instron regulada à uma velocidade de 0,05mm/s. Os dados obtidos foram utilizados para os cálculos da variação da rigidez e deflexão das cúspides após cada tratamento. Após a realização desse teste, os dentes foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. Os resultados indicaram que a resina composta suportando esmalte, recuperou 65% da rigidez das cúspides, perdida com o preparo cavitário e diminuiu a deflexão em 75%, não diferindo do dente hígido ( $p < 0,05$ ); o ionômero fotopolimerizável recuperou 25% da rigidez e diminuiu em 42% a deflexão, não atingindo estatisticamente os valores do dente hígido, porém, foi melhor que o preparo classe II com remoção de dentina no dente

não restaurado ( $p < 0,05$ ). O ionômero convencional apresentou o pior desempenho: recuperou apenas 16% da rigidez e diminuiu em 22% a deflexão, porém, não diferiu do preparo classe II com remoção de dentina e não restaurado. Nenhuma condição restauradora recuperou os valores de resistência à fratura das cúspides do dente hígido ( $p > 0,01$ ). No entanto, todos os materiais suportando esmalte aumentaram a resistência à fratura do esmalte oclusal suportado artificialmente. E a resina composta demonstrou, dentre todos eles, ser o material mais indicado para suportar esmalte, em função da recuperação da rigidez, deflexão e aumento da resistência à fratura do esmalte suportado.

Palavras chaves: Materiais Dentários, Preparo cavitário, resistência à fratura

### **3- INTRODUÇÃO**

### 3 - INTRODUÇÃO

O dente hígido raramente fratura sob o esforço mastigatório, porém, a fratura ocorre com relativa frequência no dente restaurado<sup>2,8,9,19,21,26,38,68</sup>. Em função disso, a dentística restauradora vem se preocupando com a restauração da forma, função, estética e a integridade mecânica e biológica da estrutura dentária remanescente. O estudo do efeito da remoção da estrutura dentária na resistência dos dentes, assim como, a solução para os problemas decorrentes desta remoção estrutural tem sido pesquisada há mais de três décadas. Um dos primeiros estudos sobre o efeito dos preparos cavitários na resistência dos dentes foi realizado por VALE<sup>67</sup>. Outros pesquisadores, como MONDELLI et al.<sup>51</sup>, LARSON et al.<sup>41</sup>, BLASER et al.<sup>5</sup>, também verificaram, por meio de ensaios de resistência à fratura, a importância da conservação do máximo de estrutura dentária para manter a resistência dos dentes. No entanto, o teste de resistência à fratura empregado nestes estudos não permite avaliar algumas condições a que os dentes estão sujeitos na cavidade oral. Porém, o teste não destrutivo com cargas dentro de limites fisiológicos, possibilita avaliar propriedades como a rigidez e deflexão das cúspides.

Em 1982, BELL et al.<sup>2</sup> ressaltaram a importância destas propriedades, pois encontraram evidências que permitiram uma clara descrição do mecanismo de fratura do dente. As cúspides fragilizadas pelo preparo cavitário ou lesão de cárie, fraturam devido à fadiga e à propagação de microtrincas causadas pela deflexão das cúspides sob carregamentos mastigatórios repetidos. GRIMALDI & HOOD<sup>28</sup>, e MALCOM & HOOD<sup>46</sup>, utilizando teste de resistência mecânica não

destrutivo para verificar o efeito dos preparos cavitários nos dentes, demonstraram que a remoção de estrutura dentária leva a uma diminuição da rigidez e aumento da deflexão das cúspides.

A deflexão das cúspides está relacionada com o aumento da profundidade e largura da cavidade, onde a duplicação da profundidade acarreta um aumento de 8 vezes na deflexão<sup>32</sup>. Esta deflexão exagerada pode causar a formação de fenda intermitente na margem entre a restauração e o dente, facilitando a microinfiltração. Porém, MORIN et al.<sup>52</sup>, avaliaram procedimentos restauradores seqüenciais no mesmo dente e concluíram que a resina composta com a técnica do condicionamento ácido resultava em significativo reforço, diminuindo a deflexão e aumentando a rigidez das cúspides.

As restaurações executadas através de procedimentos clássicos falham e necessitam de substituição em poucos anos, normalmente aumentando o preparo cavitário<sup>21,32</sup>. Por estas razões, muitos pesquisadores passaram a advogar a utilização de procedimentos mais conservadores e biológicos para o tratamento das lesões dos dentes<sup>1,12,25,56</sup>. A maior consciência da importância da preservação das estruturas dos dentes<sup>14,20,46,51</sup>, aliada à melhoria dos materiais restauradores e técnicas restauradoras<sup>25,33,34,43,69</sup>, e considerando que a progressão da cárie nos dentes posteriores deixa, em muitos casos, esmalte sem suporte de dentina<sup>48</sup>, levaram uma série de autores: DENEHY & THORNEY<sup>13</sup>, ESPINOSA<sup>23</sup>, PORT et al.<sup>56</sup>, HUNT<sup>34</sup>, HOOD<sup>32</sup>, HERRIN<sup>29</sup>, FASBINDER et al.<sup>24</sup>, ZENKNER et al.<sup>70</sup>, HERNFORD & FRANSSON<sup>20</sup>, DE LUCA et al.<sup>12</sup> a questionar uma regra básica

do preparo cavitário dita por BLACK (1908), a qual indica a remoção de todo esmalte sem suporte de dentina para prevenir a fratura.

Uma das maneiras de diminuir o problema da perda da resistência e aumento da deflexão dos dentes restaurados sob tensões mastigatórias, surgiu com o desenvolvimento dos materiais adesivos e a técnica do condicionamento ácido proposta por BUONOCORE<sup>7</sup>, tornando possível diminuir a quantidade de tecido dentário sadio a ser removido durante o preparo cavitário.

DENEHY & TORNEY<sup>13</sup> foram os primeiros autores a usarem os materiais restauradores adesivos para reforçarem o dente e esmalte sem suporte, condicionando a porção interna do esmalte. O condicionamento da face interna do esmalte unida à resina composta apresentou resistência similar à resistência da interface esmalte-dentina natural<sup>23</sup>. Além disso, as cavidades com esmalte sem sustentação de dentina na região cavo-superficial e suportada com resina composta aderida pela técnica do condicionamento ácido ao esmalte mostraram melhor integridade marginal e menor microinfiltração<sup>56</sup>.

O fato de HUNT<sup>34</sup> utilizar o cimento de ionômero de vidro para restaurar cavidades tipo túnel e McCLEAN<sup>45</sup> tê-lo classificado como o melhor substituto de dentina, tem motivado alguns autores a estudarem o comportamento desse material quando utilizado suportando esmalte<sup>57</sup>. Nesta linha de pesquisa, SECCO et al.<sup>62</sup> (1992), combinaram o ionômero de vidro a restauração de amálgama, como alternativa para manter o esmalte sem apoio de dentina. A técnica consiste no reforço das cúspides sem suporte de dentina, inserindo-se ionômero de vidro Cermet sob o esmalte socavado. O novo preparo cavitário é então restaurado

com amálgama. Testando essa técnica com a metodologia de resistência à fratura, verificaram que o cimento de ionômero de vidro Cermet foi capaz de suportar esmalte sem apoio de dentina. Em 1994, FRACHI<sup>25</sup> combinou o amálgama e a resina composta para manter o esmalte sem apoio de dentina, diminuindo a microinfiltração.

A partir do exposto, foi delineado este estudo para determinar qual seria a influência do suporte de esmalte oclusal com ionômero de vidro ou resina composta sobre a rigidez, deflexão e resistência à fratura das cúspides dos dentes restaurados.



*Aqueles que estão apaixonados pela prática sem a ciência são iguais ao piloto que navega sem leme ou bússola e nunca tem certeza para onde vai. A prática deve estar sempre baseada em um perfeito conhecimento da teoria.*

*Leonardo DaVinci*

#### **4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

**BUONOCORE<sup>7</sup>**, em 1955, apresentou um método simples para aumentar a adesão das resinas acrílicas à superfície do esmalte. O esmalte dos dentes condicionados com o ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, aumentou a duração e a resistência da união da resina acrílica com a superfície tratada do esmalte. O autor concluiu que o aumento da adesão obtida intraoralmente no tratamento do esmalte pode ter ocorrido devido a fatores como: aumento da área de superfície pelo condicionamento ácido e remoção da camada superficial deixando-a mais favorável a adesão. Com a forte união entre material e estruturas do dente, não seria necessário fazer retenções adicionais e forma de resistência nos preparos cavitários.

**VALE<sup>67</sup>**, em 1959, realizou um dos primeiros estudos sobre o efeito dos tipos de preparos cavitários na resistência dos dentes. Vale utilizou pares de dentes pré-molares, sendo que um servia como controle e no outro era preparado uma cavidade de classe II, com as seguintes variáveis: grupo 1 - largura do istmo com 1/4 da distância intercuspídal; grupo 2 - largura do istmo com com 1/3 da distância intercuspídal; grupo 3 - cavidades preparadas e restauradas com amálgama; grupo 4 - cavidades restauradas com blocos metálicos fundidos em ouro; e, grupo 5 - cavidades similares às do grupo 4, com proteção das cúspides. Os dentes foram então fraturados com uma carga compressiva aplicada continuamente com o auxílio de uma esfera de aço de 4,76mm, até que ocorresse a fratura do dente. Os resultados mostraram que quando a largura do istmo era de 1/4 da distância intercuspídea, a força para fraturar era a mesma para os grupos controle e

preparados. Quando a largura do istmo era de 1/3 da largura intercuspídea, a força de fratura era de 2/3 da necessária para fraturar o dente hígido. Não houve diferença entre a força de fratura para dentes restaurados com amálgama e dentes preparados e não restaurados. Os dentes restaurados com blocos fundidos foram duas vezes mais resistentes que os dentes não restaurados e com o mesmo preparo.

**ALMQUIST et al.<sup>1</sup>, em 1973**, relataram que nos preparos cavitários conservadores é essencial a conservação da estrutura do dente hígido, que preserva a resistência inerente dos dentes e mantém a oclusão natural. Os princípios das cavidades de classe II conservadoras são basicamente: 1- oclusal estreita; 2- cavidade retentiva; 3- extensão do preparo cavitário para áreas de fácil limpeza; 4- ângulos internos arredondados, com exceção do ângulo axio-gengival; e, 5- todos os ângulos cavo-superficial com aproximadamente 90 graus. As restaurações conservadoras de amálgama são sugeridas como um meio de se reestabelecer a técnica da Odontologia conservadora. Se os pacientes não limparem os dentes, não há extensão preventiva que possa evitar a reincidência de cárie.

**GRIMALDI & HOOD<sup>28</sup>, em 1973**, estudaram a deformação lateral de coroas, com as cúspides dos dentes sob carregamento axial. Um extensômetro foi colado nas cúspides vestibular e outro na lingual de uma coroa para medir a deflexão sob carga de 30 Kg. O teste foi feito com coroa íntegra e com preparos de classe I; Classe II MO com istmo estreito; Classe II MOD com istmo estreito; e, Classe II MOD extensa, com pulpotomia. Uma significativa deformação foi encontrada em todas as instâncias, com aumentos em ordem crescente de acordo com a complexidade da cavidade. Para muitas cavidades, a deformação foi proporcional

à carga aplicada. Para o dente com pulpotomia, uma grande deformação foi verificada antes da fratura. Uma recuperação elástica, porém demorada, foi observada em algumas coroas, num período de 10 minutos. As implicações desta deformação para a Odontologia restauradora são consideráveis e talvez afetem a união dos tecidos, a infiltração marginal das restaurações, a fratura das cúspides e o desenho das cavidades.

**RASMUSSEN et al.**<sup>58</sup>, em 1976, estudaram as propriedades de fratura do esmalte e dentina humana através de medidas das fraturas e fractografias com microscopia eletrônica de varredura. Consideraram o esmalte e a dentina materiais frágeis e com propriedades anisotrópicas de fratura. O esmalte é altamente anisotrópico e a linha de fratura ocorre preferencialmente paralela aos prismas do esmalte. A carga requerida para fraturar o esmalte paralelamente aos prismas de esmalte é de  $0,13 \times 10^2 \text{ J/m}^2$ , enquanto na fraturar perpendicular são necessário  $2,0 \times 10^2 \text{ J/m}^2$ . A fractografia do esmalte mostrou que os prismas de esmalte comportam-se como unidades integrais durante a fratura. Um modelo hipotético foi proposto para explicar as propriedades de fratura do esmalte, com base na hipótese de que os cristais de hidroxiapatita não se fraturam, mas determinam as propriedades de fratura. A dentina também apresentou propriedades anisotrópicas em relação à direção da linha de fratura. A fratura paralela aos túbulos de dentina necessitou de uma carga de  $5,5 \times 10^2 \text{ Jm}^2$ , enquanto que para a perpendicular são necessários  $2,7 \times 10^2 \text{ J/m}^2$ . Os dados obtidos nessa investigação indicaram que a dentina e o esmalte são substâncias frágeis e que forças, ocasionalmente impostas durante a mastigação ou bruxismo, provavelmente podem causar fraturas iniciais no dente

normal ou alterado pelo preparo cavitário. O desenho dos preparos cavitários devem incluir condições para reduzir a concentração de tensões e melhorar a resistência à fratura dos dentes.

**DENEHY & TORNEY<sup>14</sup>**, em 1976, estudaram o efeito do reforço interno do esmalte sem suporte de dentina, através da união micromecânica proporcionada pelo condicionamento ácido. Os autores observaram certa tendência nos dentistas em preservar a estrutura dentária, ainda que mantendo os princípios fundamentais do preparo cavitário. Neste aspecto, tem sido impossível conservar o esmalte sem suporte de dentina, porque a regra do preparo cavitário ditada por BLACK, (1908), indica a remoção do esmalte sem suporte de dentina. Em função disso, o preparo promove a remoção de toda a cúspide ou a remoção de grande área de esmalte vestibular. Os autores comentam que, se fosse desenvolvida uma união adequada do material restaurador com a estrutura dentária, não seria necessário remover o esmalte sem suporte de dentina. Na técnica do condicionamento ácido, a união ocorre entre a resina e as áreas de micro-retenções criadas pelo condicionamento. Estas micro-retenções suportam e retêm a resina. Pesquisas recentes na Universidade de Iowa, indicaram que o princípio oposto também pode ser verdadeiro, ou seja, se a resina for adequadamente retida, talvez suporte e retenha o esmalte. Os resultados do estudo qualitativo da superfície interna do esmalte condicionado, examinado em microscopia eletrônica de varredura, constataram que houve união micromecânica com o esmalte socavado condicionado igual a que ocorre na superfície externa do esmalte. A técnica para manter o esmalte sugerida pelos autores, consiste na aplicação do condicionamento ácido por 90

segundos nas margens cavo-superficial do esmalte e áreas internas do esmalte sem suporte, lavado e seco com jato de ar. O aspecto esbranquiçado do esmalte indica um condicionamento ácido apropriado. Resina fotopolimerizável ou quimicamente ativada pode ser usada. A resina sem carga é pincelada sobre o esmalte condicionado e no cavo superficial. A resina com carga é colocada na cavidade polimerizada e depois feito o acabamento.

**ELDERTON<sup>21</sup>**, em 1976, em uma revisão da literatura sobre a prevalência da falha de restaurações, constatou que restaurações executadas através de procedimentos clássicos falham e necessitam de substituição em poucos anos, normalmente aumentando o preparo cavitário.

**MALCOLM & HOOD<sup>46</sup>**, em 1977, estudaram o efeito de restaurações fundidas na flexibilidade das cúspides de dentes restaurados. Dentes pré-molares instrumentados com extensômetros foram submetidos a uma série seqüencial de cavidades de classe II MOD e procedimentos restauradores com blocos e coroas totais metálicas, modificando a resposta do dente ao carregamento oclusal. Os autores concluíram que o bloco fundido MOD não reduziu significativamente a deformação quando comparada com a cavidade não restaurada, porém todos os desenhos de coroas totais reduziram a deformação da cúspide para um nível estatisticamente comparável com o dente intacto.

**ESPINOSA<sup>23</sup>**, em 1978, investigou a possibilidade de suportar esmalte artificialmente com vários sistemas de resina composta utilizando a técnica do condicionamento ácido. Investigou, ainda, algumas propriedades do esmalte e dentina, com relação à resistência ao cisalhamento da junção dentina-esmalte. O

suporte dado pela dentina foi comparado com o suporte dado pela resina restauradora. O autor concluiu que o condicionamento ácido melhorou as qualidades retentivas dos sistemas com resina sob a superfície interna do esmalte, enquanto que a resistência ao cisalhamento de certos sistemas de resina na superfície interna do esmalte não diferiram estatisticamente da resistência ao cisalhamento apresentada pela junção esmalte dentina natural.

**MONDELLI et al.**<sup>51</sup>, em 1980, compararam a resistência à fratura de dentes preparados com cavidades de classe I e II, chegando às seguintes conclusões: todas as cavidades oclusais diminuem a resistência mecânica do dente na proporção direta da largura do preparo. As cavidades de classe II, diminuem a resistência à fratura do dente em maior grau do que as cavidades de classe I com a mesma largura de istmo.

**LARSON et al.**<sup>41</sup>, em 1981, determinaram a força requerida para a fratura o dente, em preparos cavitários de classe I e MOD, comparadas com a resistência do dente hígido. Cinco variáveis foram examinadas: 1- Dente Hígido; 2- MOD, com 1/3 da distância intercuspídal; 3- MOD, com 1/4 da distância intercuspídal; 4- Preparo de classe I, com 1/3 da distância intercuspídal; e, 5- Preparo de classe I, com 1/4 da distância intercuspídal. A força foi aplicada à superfície oclusal com uma esfera de 4,76 mm de diâmetro, o que permitiu o contato com as cúspides sem tocar as margens das cavidades preparadas. Em todas as instâncias, os dentes com preparos cavitários foram significativamente enfraquecidos. A largura da porção oclusal do preparo cavitário foi o fator que mais influenciou no enfraquecimento do dente, quando comparado com a confecção das

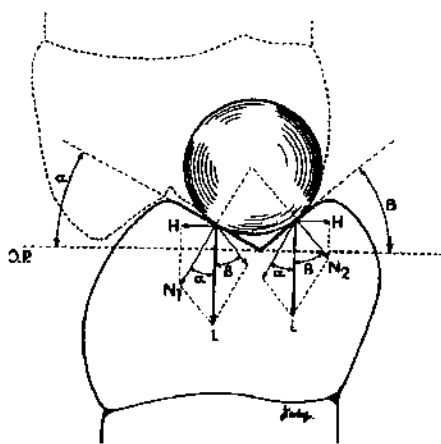
caixas proximais. A redução do esmalte oclusal é o primeiro passo para o enfraquecimento das coroas dos dentes.

**BELL et al.<sup>2</sup>, em 1982**, estudaram os mecanismos das fraturas das cúspides de dentes em restaurações MOD e consideraram alternativas no desenho das cavidades para evitar a falha. O período entre a confecção da restauração e a fratura é usualmente de 8 a 15 anos. A investigação teve dois estágios: inicialmente, o exame experimental foi feito para verificar a fratura cuspidal e o preparo de restaurações laboratorialmente; o segundo estágio foi o estudo através de um modelo matemático de elemento finito, em molares idealizados segundo a distribuição das tensões no dente sob várias cargas. Os resultados desses dois estudos permitiram explicar o mecanismo postulado da fratura e investigar a melhora no desenho das restaurações. Na distribuição de cargas no dente hígido predominam tensões de compressão bem distribuídas nas cúspides. As tensões originadas somente na estrutura remanescente do dente tendem a curvar a cúspide para fora, fazendo com que a máxima tensão de tração se concentre no ângulo do axio-pulpar. A tensão nesta região é maior que a máxima tensão ocorrida no dente hígido. Os autores, ainda no modelo matemático de elemento finito, uniram o amálgama aos tecidos dos dentes e as cargas de tração se distribuíram através da interface dente restauração. A magnitude da tensão distribuída se reduziu a um nível de configuração similar ao do dente hígido. Devido à intenção de unir o amálgama às estruturas do dente, uma estimativa da resistência à tração do material foi feita usando a máxima força mastigatória. O máximo de resistência à tração requerido para o cimento foi de 3 a 6 MPa. Foi relatado que alguns dos novos ionômeros de vidro colocados tem a



resistência à tração em torno de 4 MPa, o que para a proposta, tem um valor aceitável. A fratura das cúspides ocorre porque as restaurações de amálgama não tomam parte na distribuição das cargas diretamente impostas às cúspides. O mecanismo da fratura se dá pela fadiga progressiva dos tecidos frágeis do dente, onde a falha por fadiga ocorre pela propagação progressiva de pequenas rachaduras sob as cargas repetidas. Essas cargas estão sempre presentes quando mastigamos e podem ser muito altas, se alguma coisa dura for mastigada, ou podem ser completamente baixas durante a função normal. A natureza frágil do esmalte e da dentina foi estabelecida. A tensão de tração ocorrendo em um material frágil origina uma trinca que possivelmente se propaga. A propagação geralmente ocorre na direção do gradiente de maior tensão. A falha mecânica pode ser descrita da seguinte forma: se após o preparo cavitário MOD existirem trincas nos tecidos dentários na região de assoalho da cavidade, a trinca ao se iniciar pode progredir para uma fratura; a cada carga imposta à cúspide, a trinca pode propagar-se lentamente pela direção dos planos da fratura. Em um período de alguns anos, a integridade estrutural nestas partes é gradualmente enfraquecida pela fadiga e propagação das trincas. Finalmente, quando a cúspide estiver bastante fraca ocorre a fratura, freqüentemente causada por uma simples sobrecarga.

**SANTOS JR.**<sup>61</sup>, em 1982, relatou que uma oclusão funcionalmente normal abrange relações dinâmicas das cúspides e respectivos planos inclinados em todas as posições funcionais e não apenas em uma posição estática dos dentes ocluídos. Descreveu também a concepção mecânica de um contato cêntrico na posição de máxima intercuspidação.



Adaptado de Santos Jr.

As vertentes oclusais do molar inferior, representadas por dois planos concorrentes, sustentam a cuspide antagonista, neste caso representada por uma esfera. Os planos inclinados, em relação à linha O.P. de referência, de acordo com os ângulos Alfa e Beta dão equilíbrio ao conjunto. A carga L da esfera é decomposta nas componentes normais N1 e N2, como na ilustração.

**BLASER et al.<sup>5</sup>, em 1983**, compararam a resistência à fratura do dente íntegro com dentes preparados com cavidades MOD, com istmo de várias larguras e profundidades e o efeito do tamanho dos dentes sobre essa resistência. Foram utilizados 100 dentes pré-molares maxilares, distribuídos em 5 grupos de 20 dentes. Foi utilizada uma máquina de testes universal INSTRON, e uma barra, com 4,8 mm de diâmetro, foi usada para aplicar as cargas na superfície oclusal dos dentes. Os dentes foram enfraquecidos quando o istmo da cavidade ficou mais largo e a parede pulpar mais profunda, mas a profundidade foi mais prejudicial que a largura. Quando os dentes com diferentes desenhos de cavidades MOD foram fraturados, os dentes com istmo estreito e assoalho pulpar raso foram 24% mais resistentes que os com istmo largo e parede pulpar mais profunda. Observaram também que os dentes maiores resistiram melhor à fratura que os dentes menores.

**DAVIDSON & GEE<sup>10</sup>**, em 1984, mediram o relaxamento da tensão de contração de polimerização pelo escoamento de resinas compostas. A tensão nas resinas parede a parede foram medidas e relatadas para calcular os valores obtidos da contração livre dos materiais. Uma vez que a resistência de tração final dos materiais contraindo sob condições restritas não foi mais baixa do que a dos compósitos, cuja contração de polimerização não se deu livre, a conclusão foi de que a contração foi compensada pelo escoamento ao invés de rupturas internas.

**DAVIDSON et al.<sup>11</sup>**, em 1984, investigaram a influência da tensão de contração desenvolvida durante a polimerização da resina, na adesão à dentina tratada com um adesivo dentinário e restaurado com um compósito quimicamente ativado e um fotopolimerizado, em moldes tridimensionais e lineares. O modelo linear consistiu de um arranjo em um tensilômetro onde o compósito pôde ser aplicado a um plano de dentina fixada em uma extremidade, e mecanicamente fixado a uma célula de carga na outra extremidade. O aumento na resistência de união foi medido em diferentes intervalos de tempo, desde o início da manipulação, e foi comparado com o desenvolvimento da tensão de contração. Através do completo processo de polimerização, a adesão superou a força de contração a qual é explicada pelo relaxamento de escoamento, que pode ocorrer suficientemente nesta configuração. No modelo tridimensional, os compósitos foram colocados em mais do que duas paredes de dentina. Nessa situação, o escoamento é severamente limitado e os valores da força de contração podem exceder a resistência de união levando à separação. Isto foi demonstrado nas cavidades de classe V. A forma da

cavidade é considerada de grande importância na conservação da união compósito-dentina.

**HUNT<sup>34</sup>, em 1984,** relatou que o tratamento convencional da cárie interproximal nos dentes posteriores tem como objetivo atingir o tecido cariado através da superfície oclusal do dente. Depois da remoção da cárie, a cavidade é ampliada para: 1 - remover estrutura dental enfraquecida e sem sustentação porte, particularmente a crista marginal e as paredes de esmalte sem suporte dentinário; 2- obter retenção da restauração, freqüentemente com um corte sob as cúspides; 3- obter extensão preventiva, por meio do qual a caixa é alargada de modo a ter a interface restauração-dente auto-higienizável e a parede gengival localizada subgengivalmente; e, 4- obter acesso para colocação de bases e outros materiais restauradores. O resultado neste procedimento é que um preparo relativamente pequeno pode tornar-se muito maior. Outros fatores também devem ser levados em consideração, como, ocorrer dano no esmalte sadio do dente adjacente e estender a cavidade para dentro da dentina sã, onde os túbulos dentinários não têm depositados uma resposta esclerótica para a invasão da lesão. A introdução de novos materiais, como o cimento do ionômero de vidro proporcionou uma reavaliação do acesso convencional. Esses materiais ionoméricos parecem ser inibidores de cárie, biologicamente aceitáveis, adesivos à estrutura dos dentes e de uso simples. O acesso sugerido é feito pela fossa oclusal ao lado da crista marginal, removendo completamente a cárie. As paredes de esmalte remanescentes são avaliadas, a área de esmalte sem apoio de dentina, que deveria ser removida no preparo cavitário convencional, é deixada intacta, a menos que se quebre a uma leve pressão de

instrumento manual. Este preparo resulta em duas aberturas, a primeira é o ponto original da cárie e a segunda é o acesso oclusal necessário para remover a cárie a dar lugar à restauração. O ionômero é então condensado para dentro da cavidade. A técnica foi avaliada clinicamente em 20 restaurações, cinco MOD e o restante MO ou DO. Um exame clínico convencional após 23 meses foi realizado com sondagem das margens das restaurações, fio dental através dos pontos de contato, mudanças de cor e radiografias interproximais. Em todas as 20 restaurações não havia nenhuma fratura de cristas marginais, nem sinal de cárie recorrente. Todos os contatos estavam lisos à passagem do fio dental e sem evidência de valamento marginal.

**LANDY & SIMONSEN<sup>40</sup>, em 1984,** verificaram a resistência a fratura de dentes posteriores restaurados com resina composta. Quarenta e cinco dentes pré-molares foram selecionados e divididos aleatoriamente em 6 grupos: 1- dente hígido; 2- preparo cavitário não restaurado; 3 - preparo cavitário e restauração com duas camadas de Scotchbond e P-30, (fraturado após 14 dias); 4 - preparo cavitário e restauração com duas camadas de Scotchbond e P-30; (fraturado após 4 horas); 5 - preparo cavitário e restauração com agente de união convencional e P30; e, 6 - preparo cavitário e restauração com uma camada de Scotchbond e P-30; (fraturado após 24 horas). As médias de fratura em kg foram: Grupo 1- 220; 2 - 73; 3- 123; 4- 125; 5- 155; 6 - 396; sugerindo que os preparos enfraqueceram significativamente os dentes. O uso de resina composta aderida com uma camada de agente de união convencional ou duas camadas de Scotchbond devolveu ao dente a resistência perdida com o preparo. O uso de uma camada de Scotchbond e P30 parecem devolver mais resistência ao dente restaurado.

**MENAKER et al.**<sup>48</sup>, em 1984, relataram que, a medida que a lesão de cárie progride, a área de cavitação avança lateralmente ao longo da junção dentina-esmalte e em direção à polpa.

**MORIN et al.**<sup>52</sup>, em 1984, estudaram o reforço das cúspides pela técnica do condicionamento ácido, em doze pré-molares recém-extraídos não cariados e armazenados em água deionizada a 4 graus centígrados, durante o preparo e fase experimental, para prevenir a desidratação dos dentes. Extensômetros modelo CEA-06-032UW-120 foram montados em doze pré-molares, submetidos a uma seqüência de procedimentos de restauração em cavidades MOD. Uma curva de força\strain foi gerada para o dente hígido, após o preparo MOD e para cada condição restauradora, que foi repetida para cada um dos doze dentes do estudo. A máquina de Teste Servo-hidráulica foi configurada para monitorar a aplicação de força na superfície oclusal dos dentes com uma esfera de aço de 6.3mm a uma taxa constante de 74.1N/s. para um máximo de 222.4 N e o descarregamento feito na mesma taxa. A deflexão das cúspides foi medida usando o extensômetro em duas restaurações adesivas e três não adesivas. Os dados dos extensômetros foram apresentados na forma de médias relativas de deformação (RD) e as médias relativas de rigidez (RS). O dente hígido recebeu o valor de 1 unidade. Dados normalizados dos dentes hígidos foram comparados aos efeitos dos diferentes tratamentos e condições para minimizar as diferenças inerentes entre os doze dentes experimentais. A rigidez relativa (RS) da cúspide do dente também foi definida neste estudo e calculada pela seguinte equação:

RS= Rigidez relativa

$$RS = \frac{\text{Rigidez da cúspide sob as condições de teste}}{\text{Rigidez da mesma cúspide do dente hígido}}$$

$$= \frac{\text{Máx. tensão sob condição de teste}}{\text{Máx. strain da condição de teste}}$$

$$= \frac{\text{Máx. tensão sob dente hígido}}{\text{Máx. strain no dente hígido}}$$

$$= \frac{\text{Máx strain no dente hígido}}{\text{Máx strain na condição de teste}}$$

A tensão aplicada no dente hígido e a condição de teste são as mesmas e por essa razão estes dois termos se auto anulam. A rigidez relativa definida reduz-se a uma simples proporção de deformação. A deformação relativa é simplesmente o inverso da rigidez relativa, descrevendo a magnitude relativa que o dente deformou sobre uma dada condição de teste.

RD= Deformação relativa

$$RD = \frac{\text{Max. strain na condição de teste}}{\text{Max. strain no dente hígido}} = \frac{1}{RS}$$

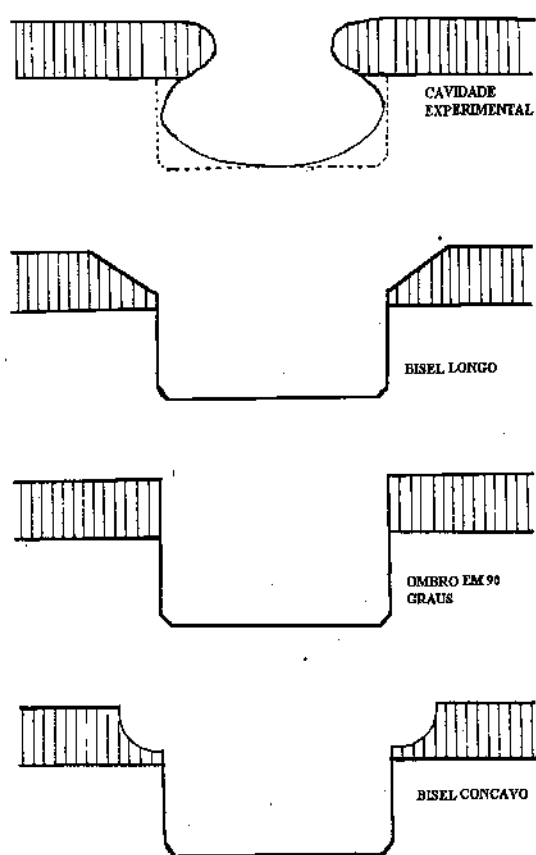
As duas condições adesivas foram significativamente mais altas no reforço cuspidal quando comparadas com restaurações MOD e procedimentos restauradores não adesivos. As restaurações não adesivas apresentaram diferenças também entre os grupos com um compósito não adesivo mostrando benéfico reforço cuspidal. No entanto, foi muito menor, do que quando foi usada a técnica do condicionamento

ácido. A deformação da cúspide em restaurações com a técnica do condicionamento ácido mostrou menor histerese quando comparada às restaurações não adesivas.

**MISHELL et al.<sup>49</sup>, em 1984**, compararam a resistência à fratura de dentes restaurados com amálgama e com resina composta. Trinta pré-molares montados verticalmente em base de resina acrílica foram submetidos a preparos de cavidades tipo MOD. No grupo A, os dentes foram restaurados com amálgama de prata (Tytin) e no grupo B os dentes foram restaurados com resina composta (Ful-fil) com a técnica de condicionamento ácido para esmalte. Todas as amostras foram armazenadas em água por uma semana e submetidas ao teste de resistência à fratura em uma máquina Instron à velocidade de 2,5 mm por min. Os resultados indicaram severo enfraquecimento dos dentes. A cavidade MOD restaurada com compósito resultou em maior resistência à fratura do que a restaurada com amálgama.

**PORTE et al.<sup>56</sup>, em 1984**, analisaram a influência do desenho de preparos cavitários e o uso de um agente de união na infiltração e adaptação marginal de restaurações de resina recentemente confeccionadas e submetidas à termociclagem. A micromorfologia e o selamento marginal foram avaliados quantitativamente em quatro tipos de cavidade para compósito: cavidade experimental de Lutz; cavidade com bisel longo; sem bisel; e, com bisel côncavo. Réplicas dos dentes restaurados foram preparadas para microscopia eletrônica de varredura para examinar a micromorfologia das margens. Os dentes foram submetidos a 2500 ciclos térmicos entre dois banhos. Após a ciclagem térmica, réplicas dos dentes foram novamente preparadas.





As restaurações foram isoladas e imersas em solução radioativa de cloreto de cálcio para os testes de microinfiltração. Com base na penetração do isótopo  $\text{Ca}^{45}$  e análise de quantificação da micromorfologia da adaptação das margens, as cavidades experimental e com bisel longo mostraram melhores margens que as cavidades sem bisel e com bisel côncavo.

Os dados também indicaram que o agente de união colocado no preparo melhorou o selamento marginal.

**EAKLE<sup>17</sup>, em 1985,** comparou a resistência à fratura de dentes pré-molares restaurados com resina composta adesiva e restaurados com cimento de ionômero de vidro. Cavidades MOD foram restauradas com resina composta fotopolimerizável (P30) unida com adesivo (Scotchbond) para esmalte e dentina ou com cimento de ionômero de vidro (Ketac Fil) segundo as instruções do fabricante. Um grupo não restaurado serviu como controle. Antes dos testes, os dentes foram armazenados em um umidificador, por 24 horas. Todos os dentes foram submetidos a uma carga oclusal com máquina calibrada a uma velocidade de teste de 5mm/min. As inclinações oclusais das cúspides vestibular e lingual foram contactadas com uma esfera de 4,36 mm montada em uma ponta especial, que não tocava o preparo ou a

restauração. Os resultados sugeriram que os dentes restaurados com resina composta foram significativamente mais resistente à fratura do que os dentes restaurados com cimento de ionômero de vidro, à nível de 5% de significância. Todas as fraturas dos dentes iniciaram no preparo cavitário, com uma das cúspides fraturando-se na base ou fragmentando o dente da oclusal para a raiz. Os dois grupos restaurados diferiram na localização da fratura entre dente e restauração. Fraturas coesivas ocorreram freqüentemente no cimento de ionômero de vidro, pois são fracos sob tração. O restante das fraturas ocorreram aparentemente na interface cimento-parede do dente. Quando as superfícies dos preparos cavitários foram mostradas em estereomicroscópio, muito cimento foi visto aderido aos esmalte e dentina do dente. No entanto, com a resina composta ocorreram falhas adesivas no agente de união. A microscopia eletrônica de varredura mostrou prolongamentos resinosos unidos ao esmalte, na superfície de fratura do dente. Em alguns dentes, pequenos fragmentos de esmalte foram vistos aderidos ao compósito. Ocasionalmente, pequenos pedaços de resina composta foram encontrados unidos ao esmalte e porções do agente de união foram aderidos à superfície da dentina.

**EAKLE<sup>18</sup>, em 1985**, verificou se a resina composta unida ao esmalte e dentina podia restaurar adequadamente cavidades de classe II em dentes fraturados. Trinta dentes hígidos foram fixados pela raiz em anéis de metal contendo gesso aquém 2 mm da junção cimento-esmalte. Os dentes com cavidades MOD, foram submetidos à carga de compressão numa velocidade de 5mm/min. até a fratura. Foi utilizada uma esfera de 4,85mm que aplicava a carga nas vertentes oclusais das cúspides sem tocar o preparo. O estudo considerou apenas as fraturas que ocorreram até o limite do revestimento da raiz. Dezoito dentes foram restaurados, a porção

fraturada foi recolada e as cavidades restauradas com resina composta P30 utilizando duas camadas de Scotchbond. Os dentes restaurados foram mantidos em umidade de 100% por 24 a 48 horas até serem novamente fraturados. A fratura do dente restaurado ocorreu com  $18,03 \pm 9,36$  kg, aproximadamente 1/5 da força necessária para a fratura inicial, de  $91,47 \pm 22,23$  kg. Todas as fraturas ocorreram nos locais das fraturas anteriores, na interface entre restauração e preparo cavitário e nenhuma ocorreu no corpo da resina composta. O fato dos dentes restaurados fraturarem novamente no local da fratura inicial mostrou fraca ligação do agente de união à estrutura dentária.

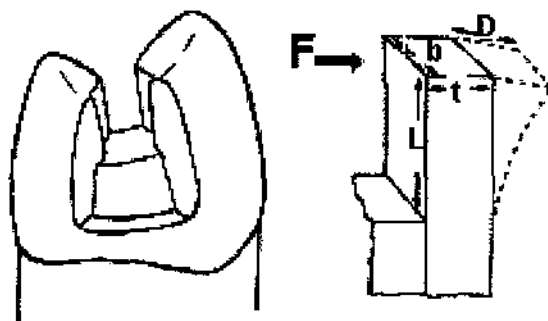
**CAVEL<sup>9</sup>, em 1985,** investigou “in vivo” cento e dezoito cúspides fraturadas. Na maxila 51% das fraturas ocorreram em molares e 49% em pré-molares. Na mandíbula 90% das fraturas foram observadas em molares e 10% em pré-molares. Para os pré-molares superiores, 62% das fraturas ocorreram na cúspide não funcional e 38% na funcional. Para os pré-molares inferiores, a taxa foi de 50%. Para os molares superiores, 56% das fraturas ocorreram na cúspide não funcional e 44% na funcional. Para os molares inferiores, 81% das fraturas ocorreram nas cúspides não funcionais e somente 19% nas funcionais. O tipo de restauração e a largura do istmo para os pré-molares superiores revelaram que preponderou fratura das cúspides em dentes que tinham restaurações de amálgama com 3 ou mais faces, ou seja, 72% das fraturas. O tipo de restauração e a largura do istmo tem uma pronunciada relação com a suscetibilidade de fratura dos dentes.

**DOUGLAS<sup>15</sup>, em 1985,** investigou a possibilidade de classificar materiais e técnicas pela a rigidez relativa das cúspides antes e após o tratamento restaurador. Talvez, tenha sido dito que a Odontologia Restauradora tem se

preocupado mais com a restauração do contorno perdido por cárie, atrição e erosão, do que com a preservação da estrutura dentária remanescente. De fato, as coroas de porcelana fundidas ao metal requerem a remoção de mais tecido dentário do que se fosse feita somente a restauração. No entanto, a meta dupla de restaurar e preservar o remanescente dentário é muito importante na Odontologia Restauradora. Inúmeras publicações, inclusive este estudo, demonstraram que a restauração de compósito com a técnica do condicionamento ácido aumenta a rigidez e a resistência quando comparado com o amálgama nas condições "in vitro". Este efeito também pode ser demonstrado com o aumento do tamanho das cavidades. No entanto, a resistência do dente restaurado com compósito diminui com o aumento do tamanho da cavidade. A resistência do dente restaurado com compósito somente aproxima-se a do dente saudável nos casos de formas de cavidades conservadoras. Esta tendência é importante, pois as restaurações intra-coronárias podem ser usadas para devolver a resistência aos dentes, como quando usadas restaurações extracoronárias com o advento dos compósitos posteriores adesivos. A real vantagem dos compósitos posteriores é que eles podem, em adição à restauração do contorno anatômico, reforçar a coroa do dente como um todo.

**HOOD<sup>32</sup>, em 1985**, discutindo artigos sobre métodos para melhorar a resistência à fratura dos dentes comentou que o desgaste inicial provocado pelos preparos convencionais, seguida da posterior recolocação, cuja adicional remoção de estrutura do dente inevitavelmente leva o dente à deterioração e à fratura. Os desenhos cavitários de Black de 1908 não são desenhos para as ligas de amálgama hoje, e menos ainda para as restaurações adesivas de resina composta. O

enfraquecimento dos dentes após o preparo cavitário MOD tem sido mostrado por inúmeros autores, comparando a resistência à fratura dos dentes intactos com a resistência à fratura dos dentes com os mais variados preparos de cavidades. Apesar de existir variação nos resultados entre os estudos, eles mostraram que a resistência dos dentes decresce na proporção da quantidade de tecido removido, particularmente em relação à largura da secção oclusal do preparo. Uma técnica mais diferenciada foi desenvolvida com o uso de extensômetros e permite a medida direta da deflexão das cúspides individualmente. A técnica não destrutiva permite monitorar o efeito de várias restaurações na rigidez dos dentes. Uma série de procedimentos restauradores podem ser conduzidos no mesmo dente com múltiplas cargas e em cada procedimento, a rigidez comparada com a do dente intacto. O procedimento de preparos cavitários MOD seguidos pode ser comparado com um cantilever.



$$D = \frac{L^3 F}{3 E I}$$

$$I = \frac{b t^3}{12}$$

$D$  = Deflexão  
 $F$  = Força  
 $E$  = Módulo de elasticidade  
 $I$  = Momento de inércia.  
 $b$  = Largura da cúspide MD  
 $t$  = Largura VL da cúspide

Na fórmula para deflexão, o fator  $L^3$  (altura da cúspide) duplica com a duplicação da profundidade da cavidade, a deflexão é multiplicada por 8. Similarmente, se o momento de inércia, que tem o fator  $t^3$ , com o aumento do preparo, diminuir a espessura da cúspide para a metade, aumenta a deflexão em 8 vezes. A contínua substituição de restaurações aumenta efetivamente a altura da cúspide e diminuindo a largura, resulta em aumento da deflexão com a aplicação de cargas.

**McCULLOCK & SMITH<sup>44</sup>**, em 1986, investigaram a resistência à fratura de pré-molares extraídos, preparados com cavidades MOD e restaurados com vários materiais adesivo e não adesivos. Um total de 48 pares de cavidades foram preparadas deixando a cúspide com aproximadamente 2mm de espessura, com uma variação de 0 a 1mm na dimensão. Os dentes preparados foram divididos aleatoriamente em 7 grupos experimentais, com base no material restaurador usado:

- 1- Incremento único de resina composta posterior (Oclusin) mais agente de união ao esmalte;
- 2- Colocação incremental da resina (Oclusin) mais agente de união ao esmalte;
- 3- Agente de união à dentina (Scotchbond) e incremento único de resina;
- 4- agente de união Scotchbond e técnica incremental;
- 5- cimento de ionômero de vidro (Chenfil II) e resina composta;
- 6- Cermet; e,
- 7- Amálgama.

Um dente de cada par foi restaurado e o outro sem restauração serviu de controle. Os espécimes foram submetidos a uma carga de fratura numa velocidade de 0,5mm/min. Os materiais unidos somente ao esmalte (grupo 1 e 2) produziram um aumento na resistência à fratura de aproximadamente duas vezes ao do grupo controle. Os materiais de adesão à dentina (grupo 3 e 6) registraram um aumento de força para as primeiras cargas, acima de 4 vezes e acima de 6 vezes para a fratura real, comparada com o

grupo controle. Os produtos Cermet, resina com agente de união à dentina em um incremento, produziram maior porcentagem de aumento da resistência. Os dentes com amálgama não mostraram diferenças estatísticas entre o teste e o controle. Dos 48 dentes restaurados, 35 mostraram tanto deflexões simples como múltiplas antes da fratura das cúspides, o mesmo não ocorreu com os dentes não restaurados.

**EAKLE<sup>16</sup>, em 1986**, determinou a influência da união da resina com esmalte ou com esmalte e dentina sobre a resistência à fratura dos dentes com preparos cavitários de classe II. As coroas dos dentes foram medidas para estabelecer um tamanho médio vestibulo-lingual (8,3 - 9,3 mm) e mesio-distal (6,5 - 7,5 mm), descartando os pré-molares muito largos ou muito estreitos em comparação com as médias. Quarenta e oito dentes foram aleatoriamente agrupados em três grupos de 16 dentes. Pré-molares superiores extraídos com preparos MOD foram restaurados com resina composta aderida ao esmalte (P30 e Enamel Bond) ou resina composta unida a esmalte e dentina (P30 e Scotchbond). Os dentes do grupo controle foram preparados, mas não restaurados. As vertentes internas das cúspides foram levemente planificadas para evitar o deslocamento da esfera durante a aplicação das cargas. Todos os dentes foram carregados por oclusal até à fratura máquina de teste universal, à velocidade de 5mm/min. com uma esfera de 4,76mm de diâmetro. As médias de forças requeridas para fraturar os dentes em cada grupo de dentes foi comparada estatisticamente. Os dentes restaurados com união ao esmalte e dentina foram mais resistentes à fratura que os dentes com preparos similares mas não restaurados e os dentes restaurados somente com resina de união ao esmalte ( $p < 0,05$ ). Não foi demonstrada diferença entre o grupo com união somente ao esmalte e o grupo não restaurado. Variações individuais na morfologia

entre os dentes, incluindo a angulação das cúspides, espessura de esmalte e enfraquecimento inerente podem produzir as variações na resistência à fratura . No entanto, os dentes tinham a mesma média de tamanho mas não tiveram exatamente o mesmo tamanho, pois existem variações no volume da estrutura remanescente após o preparo. Variações leves no nível de contato com a esfera de aplicação da força e a inclinação das cúspides durante a fratura provavelmente ocorreram, produzindo diferenças nas posições da forças aplicadas nas cúspides. Estes são os fatores que provavelmente, contribuíram para o largo desvio padrão. Testes futuros são necessários para determinar a durabilidade da união entre o dente e a restauração na situação clínica.

**EAKLE et al.<sup>19</sup>, em 1986**, examinaram cento e noventa e um pacientes com duzentos e seis fraturas completas e incompletas nos dentes posteriores. A idade dos pacientes variou de 14 a 76 anos, com 66,5% dentro dos 40 anos. O número de fraturas em cada arco foi quase igual. O primeiro molar inferior foi o dente posterior mais fraturado. A cúspide lingual dos molares inferiores fraturaram numa proporção de 2 para 1 em relação à cúspide vestibular. Nos molares superiores, as cúspides vestibular e lingual fraturaram com igual freqüência, mas nos pré-molares superiores a cúspide lingual fraturou pouco mais que a vestibular. Os resultados sobre a largura do istmo das 109 restaurações mostraram que ocorreram menos fraturas em dentes com preparos conservadores, com istmos de 1/4 da distância intercuspídal e com pontes de esmalte intactas.

**VAN NOORT & NORTHEAST<sup>68</sup>, em 1986**, avaliaram as conseqüências clínicas dos novos agentes de união à dentina e esmalte. Relataram a resistência de união para vários materiais e procedimentos.



Material e procedimento	Esmalte - MPa	Dentina - MPa
Compósito	0-3	0
Compósito + Condiç.	11-19	0-2
Compósito + Condiç.+ Ag. de união	12-20	0-4
Compósito + Ag. de união/dent.	5	3-5
Compósito + Condiç. + Ag. de união/dent.	17-20	6-7
Ionômero de Vidro + Ácido Cítrico	3-4	2-5

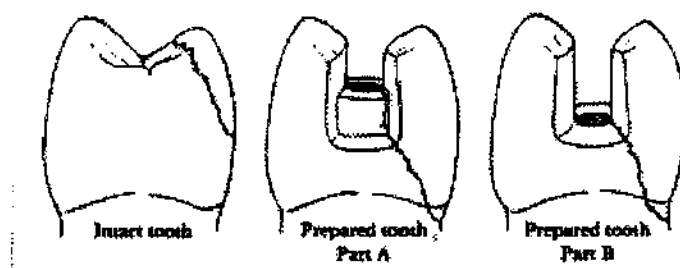
O desenvolvimento dos agentes de união à dentina em conjunto com a melhora das resinas compostas e de novos materiais para os dentes posteriores resultou na necessidade de um novo conceito para o desenho das cavidades. A rotina do condicionamento ácido do esmalte para todas as resinas composta é obrigatório. O conceito de cavidades não retentivas permite o acesso à restaurações mais conservadoras utilizando resinas compostas. A restauração de resina permite uma maior distribuição das tensões através da coroa dos dentes diminuindo a deflexão das cúspides sob cargas oclusais decrescendo o risco de fratura dos dentes, diferindo do amálgama que não está unido às paredes da cavidade e permite a deflexão das cúspides. No entanto, a situação está sob revisão. Muitas questões e dúvidas existem sobre os agentes de união à dentina e mais experiências clínicas devem ser obtidas.

**HERRIN<sup>29</sup>**, em 1986, relatou um caso do uso de resina composta posterior para restaurar um molar superior com uma cúspide sem suporte de dentina. Acredita que a resina composta usada nos dentes posteriores pode ter sucesso para reforçar e restaurar cúspides não funcionais sem suporte de dentina. A exigência dos pacientes por mais estética nos dentes posteriores tem resultado no uso das resinas compostas para restaura-los. O caso é apresentado como uma tentativa de conciliar a aparência da restauração, o custo do procedimento e a proteção da estrutura do dente sem suporte de dentina. Foi utilizado ionômero de vidro como base, pois o

ionômero libera flúor e resulta numa restauração mais resistente à cárie. O esmalte cavo-superficial interno e o ionômero foram condicionados com ácido por 1 minuto. O agente de união foi aplicado na margem cavo-superficial, na superfície interna do esmalte e na superfície do ionômero. O condicionamento do ionômero aumenta a união mecânica. A resina composta Herculite foi usada com a técnica incremental para reduzir a contração de polimerização.

**GHER et al.<sup>26</sup>, em 1987**, realizaram um levantamento clínico sobre fratura de dentes, separadas em duas categorias gerais: fratura de raiz associada com tratamento endodôntico e fratura incompleta da coroa-raiz. A restauração com coroa total antes ou após o tratamento dos canais dos dentes não previniu a fratura de raízes, subsequente perda de osso e formação de bolsa periodontal. As fraturas de raiz foram vistas mais em dentes com restaurações extensas e ou dentes com tratamento endodôntico. Os dentes posteriores, particularmente os molares mandibulares são mais propensos à fratura.

**OLIVEIRA, DENERY & BOYER<sup>54</sup>, em 1987**, compararam a resistência à fratura de dentes pré-molares tratados endodonticamente, preparos cavitários diferentes e restauração com amálgama ou resina composta. Os resultados indicaram que o tipo de restauração em dentes com pequenos, preparos pouco contribuiu para a resistência compressiva das cúspides. Verificaram também uma significativa perda da resistência nas cavidades com maior quantidade de dentina removida em relação ao dente restaurado com amálgama, mas não para o dente restaurado com resina. O padrão de fratura para o dente hígido e com preparos é visto na ilustração.



Todos os dentes do grupo hígido fraturaram na junção amelo-dentinária. As amostras dos outros dois grupos mostraram uma linha de fratura na estrutura do dente. Nos grupos restaurados com compósito, o material permaneceu nas áreas onde o esmalte foi biselado. A cúspide vestibular ou lingual foi perdida e a linha de fratura iniciou no ângulo da parede pulpar com a vestibular ou lingual e se estendeu para baixo do assoalho pulpar. O fator que mais influenciou a resistência dos dentes nesse experimento foi a estrutura remanescente. A preservação de todo o remanescente dentário saudável deve ser o primeiro objetivo na preservação da resistência do dente.

**BRUST & SAKAGUCHI<sup>6</sup>, em 1988**, estudaram a biomecânica do dente natural e restaurado durante o bruxismo em uma boca artificial. A biomecânica dos dentes hígidos e restaurados foi avaliada com o uso de extensômetros colados na vestibular e lingual de oito pré-molares maxilares. Os dentes naturais foram carregados com uma esfera de aço de 2,2mm sobre a cúspide com uma carga de 5,8 e 10 libras durante o bruxismo no plano vestibulo lingual. Os extensômetros indicaram o grau de deflexão cuspidal na seguinte seqüência: dentes hígidos; MOD de amálgama; e, MOD de compósito posterior com adesivo para dentina sem agente de união ao esmalte e com agente de união para o esmalte. O aumento da carga oclusal produziu aumento nos valores em "strain". Os dentes

hígidos e os dentes restaurados com amálgama apresentaram movimentos independentes das cúspides, quando a força foi aplicada nas cúspides independentemente. Quando uma cúspide experimentou tensão compressiva a cúspide oposta não demonstrou força de tração. Os dentes restaurados com compósito posterior com ou sem agente de união demonstraram movimento coordenado das duas cúspides. O amálgama sobre o limite das margens cavo-superficiais fraturaram na interface dentro do corpo da restauração resultando em um defeito da margem. O bruxismo cruzado sobre a margem do compósito sem o agente de união ao esmalte produziu uma separação da interface esmalte-resina não detectada no esmalte com agente de união.

**DONLY, WILD & JENSEN<sup>14</sup>**, em 1988, avaliaram a deflexão cuspidal em dentes decíduos posteriores seguido de restauração com três materiais diferentes. Um extensômetro foi colado na superfície vestibular de cada um dos doze segundos molares decíduos e balanceado em zero. A deformação dos dentes foi obtida sob uma força de 10 kg. A seguir, um preparo MOD foi feito e cada dente foi restaurado usando amálgama, resina composta posterior e cimento de ionômero de vidro com prata. Após feitas as restaurações, os dentes foram novamente carregados com uma força de 10 Kg. Os resultados demonstraram que a resina composta com Scotchbond 3M manteve 75% da rigidez original do dente intacto. O ionômero de vidro Ketac Silver (ESPE) manteve 52% da rigidez original do dente. O amálgama Premalloy (ESPE) manteve 34% da rigidez do dente hígido. A análise de variância demonstrou diferenças significantes na deflexão externa da cúspide e foi associada aos diferentes materiais restauradores. O teste de Sheffe demonstrou que o carregamento de um dente restaurado com resina composta e agente de união

Scotchbond (3M), com a técnica de condicionamento ácido resultou em menor deformação, que os dentes restaurados com ionômero de vidro ou amálgama. O carregamento do dente restaurado com Cermet resultou em menor deformação que o dente restaurado com amálgama.

**KHERA et al.<sup>39</sup>, em 1988**, com a técnica de elemento finito, investigaram a distribuição de tensões em pré-molares inferiores íntegros e com preparos cavitários. Uma cavidade conservadora classe II, uma cavidade MOD com istmo com a largura de 1,06 mm e profundidade da caixa pulpar de 3,48 mm foram comparadas com outras cavidades de classe II e MOD, com o istmo com largura de 2,08mm e profundidade da câmara pulpar de 4,85mm. O padrão de fratura na estrutura do dente também foi comparado com o dente normal. Os valores de tensões no esmalte, no preparo largo e profundo, foram muito maiores do que os preparos menores. A tensão na base da cavidade rasa e estreita foi compressiva, enquanto que a tensão de tração foi encontrada no centro da parede pulpar com o preparo profundo e largo. Isto sugere que dentes com preparos cavitários profundos e largos, quando comparados com dentes com preparos estreitos e rasos têm um grande potencial de fratura das cúspides. De acordo com o padrão nesse estudo, dentes com preparos conservadores são relativamente menos suscetíveis à fratura que dentes com preparos profundos e largos.

**McLEAN<sup>45</sup>, em 1988**, relatou que o desenvolvimento recente na química e aplicações clínicas do cimento de ionômero de vidro, oferecem grande promessa no tratamento de lesões de cárie inicial. A introdução do cimento de ionômero de vidro de presa rápida e ionômero de vidro reforçado com metal tem aumentado suas indicações na dentística restauradora. Seu uso como "substituto de

dentina" tem expandido a versatilidade das restaurações laminadas em dentes anteriores e posteriores.

**MORIN et al.**<sup>53</sup>, em 1988, revisaram a literatura sobre análise da tensão biofísica em dentes restaurados. Os principais métodos de análise incluem modelos fotoelásticos, medição e técnicas de elemento finito. Com respeito à metodologia baseada em medidas com extensômetros, usando uma carga ideal de compressão, os dados são relatados em "strain" medidos em uma extensa variedade de tamanhos cavitários não restaurados, utilizando uma série de materiais e técnicas em restaurações complexas. Estes materiais ou técnicas são avaliados em uma biomecânica verdadeira para determinar o comportamento resultante da carga/deformação agindo no dente restaurado. O extensômetro usado no estudo é do modelo CEA-06-032UW-120. Uma esfera de aço de 6,35 mm de diâmetro foi rigidamente adaptada à porção superior da máquina MTS transmitindo o carregamento para a face oclusal dos dentes. Os pontos de contato dos dentes foram modificados com uma broca com forma de chama para assegurar que a força fosse diretamente perpendicular à inclinação das cúspides vestibular e lingual. Os pontos de contato da esfera de aço estavam posicionados acima na inclinação, onde o dente foi subseqüentemente preparado e restaurado, não tocando as margem cavo-superficial ou a restauração. A força axial na superfície oclusal do dente foi aplicada a uma taxa constante de 74,1 N/s para uma força máxima de 222,4 N. Na segunda fase do experimento, a força axial foi aplicada na superfície oclusal do dente a uma taxa constante de 37,1 N/s. para um máximo de força de 111,2 N. A carga foi removida do dente na mesma taxa. Os resultados mostraram que dentes com preparos cavitários aumentados são significativamente menos rígidos que o dente

íntegro. Além disso, as preparações cavitárias largas foram diferentes significativamente de todas as outras preparações. A rigidez da coroa não diminuiu marcadamente até que a cavidade exceda 1/3 da distância intercuspidal. Uma restauração de três superfícies conservadoras mostrou reduzir a rigidez em 50%. Nas quatro restaurações com material fotopolimerizado, pôde ser especulado que a melhora das propriedades do material teve resultado na diferença não significativa quando comparada com o dente hígido. A restauração intracoronária com a adesão aos tecidos duros demonstrou significativa recuperação da rigidez em relação ao dente hígido, especialmente nas preparações conservadoras. Esta recuperação pode não ser aplicada em caso de preparos muito largos, quando aumenta a demanda pelas propriedades do material restaurador.

**SHETH et al.<sup>64</sup>, em 1988**, investigaram o efeito da contração de polimerização da resina composta Herculite e a resistência à fratura de pré-molares superiores tratados com agente de união à dentina Bondlite e um segundo Superbond. O amálgama foi usado como controle. Dois tamanhos de istmo foram usados para avaliar o efeito da contração de polimerização no enfraquecimento do dente. Concluíram que: 1- Preparo intracoronário estreito foi significativamente mais forte que o preparo largo, não houve diferença estatística entre o preparo de istmo estreito restaurado com amálgama ou com condicionamento do esmalte e resina composta; 2 - Foi significativa a expansão nas dimensões do dente, quando as cavidades MOD foram restauradas com amálgama; 3 - Os dentes com preparos de istmos estreitos usando compósito e unido com adesivo Bondlite para o esmalte, demonstraram significativa contração comparados com o Superbond; 4 - As restaurações com compósito usando o SuperBond em cavidades MOD melhoraram

significativamente a resistência à fratura dos pré-molares; 5 - O Superbond com restauração de compósito favoreceu as alterações dimensionais e a resistência à fratura; e, 6- Houve uma correlação positiva entre a resistência à fratura e a dimensão dos dentes.

**WIECZKOWSKI et al.<sup>69</sup>, em 1988**, analisaram o efeito do preenchimento das cavidades com técnica incremental ou de um único incremento na resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta para dentes posteriores. Concluíram que a resina P30 colocada em um único incremento ou com a técnica incremental, resultou em maior resistência à fratura que o compósito (Fulfil).

**SERRA<sup>63</sup>, em 1989**, avaliou o desenvolvimento de cárie em esmalte adjacente a restaurações de cimento de ionômero de vidro e resina composta "in vitro". Vinte e um pré-molares humanos foram seccionados longitudinalmente e cada metade aleatoriamente restaurada com cimento de ionômero de vidro ou resina composta. A cárie foi induzida por uma ciclagem de desmineralização e remineralização. O efeito dos materiais restauradores no desenvolvimento das lesões artificiais foi avaliado através de microdureza. Os resultados indicaram que a utilização de cimento de ionômero de vidro, como material restaurador, deve ser importante na prevenção ou remineralização da cárie secundária, mesmo em situações de alto desafio cariogênico.

**JOINT et al.<sup>37</sup>, em 1989**, compararam a resistência à fratura dos dentes posteriores restaurados com um sistema para resina composta ou amálgama. Cavidades mesio oclusais foram preparadas em 50 pré-molares superiores, de tal maneira que a estrutura dentária remanescente ficasse enfraquecida. Cinco grupos



com 10 amostras para cada grupo foram designados como segue: 1- amálgama; 2- Ketac Bond; 3- Ketac Silver; 4- cimento de ionômero de vidro; e, 5- Tenure. Duas barras de metal com diâmetro de 2 mm foram usadas neste estudo, para garantir contato com a estrutura do dente, evitando o toque inadvertido com o material restaurador. Os testes foram feitos com a carga aplicada na superfície do dente numa velocidade de 0,01cm/min. até que ocorresse a fratura da amostra. Os resultados indicaram não haver diferença significativa entre os sistemas na resistência à fratura das cúspides. Os resultados sugerem que nem o Tenure ou o cimento de ionômero de vidro usado em conjunto com a resina composta posterior, reforçam a cúspide enfraquecida mais que o amálgama.

REEH et al.<sup>59</sup>, em 1989, verificaram a redução da rigidez do dente como resultado dos procedimentos endodônticos e restauradores usando uma carga não destrutiva em dentes intactos extraídos. O extensômetro foi colado no esmalte das superfícies vestibular e lingual pouco acima da junção esmalte-cimento. A técnica de teste não destrutivo permite uma avaliação seqüencial de uma série de procedimentos em um único dente e usando-o na condição hígido como seu próprio controle. Esta técnica reduz a variação entre dentes permitindo amostras de tamanhos menores para atingir significância estatística. Os dentes foram montados em anéis de resina deixando 2 mm da superfície da raiz exposta. Sobre uma carga controlada, cada dente foi carregado a uma taxa de 37N/s. por 3 segundos e descarregado na mesma taxa para medir a rigidez. Uma curva de "strain" foi gerada para cada extensômetro antes do dente sofrer qualquer alteração e após cada procedimento feito no dente. Cada dente foi carregado e descarregado 5 vezes antes de seu preparo. Os extensômetros foram conectados para medir a deflexão em um

sistema 2100 (Micro Measurements), diretamente proporcional à deformação da estrutura do dente. A rigidez das cúspides também é uma medida da resistência do dente, avaliada em duas séries de procedimentos feitos seqüencialmente, onde o primeiro foi: a- dente íntegro; b- acesso do preparo; c- instrumentação; d- obturação do canal; e, e- preparo MOD. O segundo constou de: a- dente íntegro; b- preparo cavitário oclusal; c- preparo cavitário de 2 superfícies; d- preparo MOD; e- acesso; f- instrumentação; e, e g- obturação. Os resultados dos 42 dentes indicaram que o procedimento endodôntico teve somente um pequeno efeito no dente; reduziu a rigidez relativa do dente em 5%. Isto foi menos que um preparo oclusal que reduziu 20% da rigidez. Uma grande diminuição da rigidez foi relatada para a perda da integridade da crista marginal. Um preparo cavitário de duas superfícies resultou em 46% de perda na rigidez do dente. O preparo tipo MOD resultou em uma perda de 63% da rigidez relativa das cúspides. Os resultados indicaram que o procedimento endodôntico não enfraquece o dente com as cristas marginais intactas. Deve-se sempre que possível manter uma crista marginal intacta, pois ela mantém a resistência do dente.

**HOLTAN et al.<sup>30</sup>, em 1990**, compararam a resistência ao cisalhamento da união entre dentina e ionômero de vidro fotopolimerizável, e dentina e dois ionômeros quimicamente ativados. Os cimentos foram aplicados sobre superfícies dentinárias em combinações, de tal modo que 66 faces de dentes foram tratados com cada material. Um adesivo dentinário fotopolimerizável e o material restaurador resina composta foram então colocados e o teste de resistência ao cisalhamento foi realizado 24 horas após a confecção de cada amostra. A resistência ao cisalhamento do Ketac Bond foi de 4,71 MPa e o GC Lining Cement 3,76 MPa, o

Vitrabond apresentou uma resistência de 8,03 MPa. O Vitrabond mostrou a maior variação dos três materiais testados, entretanto a média da resistência à união do material foi maior do que o máximo encontrado nos outros materiais. Os autores concluíram que o ionômero fotopolimerizável apresentou um desempenho significativamente melhor na resistência ao cisalhamento do que os dois ionômeros convencionais.

**McCAGHREN et al.** <sup>42</sup>, em 1990, determinaram a resistência ao cisalhamento da união de cimentos ionoméricos fotopolimerizáveis aos dentes molares e caninos permanentes. Os sítios de união e de condicionamento do esmalte e as superfícies de dentina foram demarcadas com uma fita adesiva com um orifício de 3mm de diâmetro. A mistura de cimento de ionômero de vidro foi transferida para a área demarcada e polimerizada por 30 segundos. A superfície do cimento ionomérico foi tratada com Scotchprep Dentin Primer, Scotchbond 2 fotopolimerizável, seguida da união da resina Silux ao ionômero. As amostras foram submetidas ao teste 15 minutos após confeccionadas; após armazenagem em água por 24 horas a 37 °C (com ou sem ciclagem térmica); e, após armazenados em água por 4 semanas (com e sem ciclagem térmica). A resistência de união do cimento de ionômero de vidro Vitrabond com condicionamento ácido do esmalte foi de 12 MN/m<sup>2</sup> e para a dentina foi de 9 MN/m<sup>2</sup>. A temperatura de ciclagem e duração de armazenagem não tiveram efeitos adversos na resistência de união. O aspecto da fratura do esmalte e da dentina foi examinado, sendo que a maior parte das amostras falharam parte em esmalte e dentina e parte no cimento de ionômero de vidro.

**JAGADISH & YOGESH<sup>35</sup>**, em 1990, compararam a resistência à fratura de dentes pré-molares superiores com preparos de classe II restaurados com Cermet, resina composta posterior e amálgama de prata, sob carga de compressão em uma máquina INSTRON, à velocidade de 0,1mm/segundos. As coroas dos dentes foram medidas para estabelecer o tamanho médio padrão (vestíbulo-lingual 8,3 e 9,3 mm e méso-distal 6,5 a 7,5mm). Quarenta dentes foram selecionados e aleatoriamente divididos em 5 grupos: 1- cinco dentes intactos; 2- cinco dentes com classe II e não restaurados; 3- dez dentes com cavidades de classe II e restaurados com amálgama; 4- 10 dentes com cavidades de classe II e restaurados com resina composta e agente de união dentinário; e, 5- 10 dentes com cavidades de classe II e restaurados com ionômero Cermet. Os autores concluíram que a resina composta posterior aderida à dentina produziu a melhor resistência à fratura do dente, seguida do Cermet, dente íntegro, amálgama de prata e dentes preparados e não restaurados. A resina composta posterior e Cermet aderido à dentina parecem aumentar a força inerente dos dentes, quando usados como materiais restauradores.

**KHERA et al.<sup>38</sup>**, em 1990, estudou a anatomia das cúspides dos dentes posteriores e o potencial de fratura dos dentes. A fratura de cúspides nos dentes posteriores, especialmente em dentes cariados ou restaurados, é a maior causa de perda dos dentes. As cúspides não funcionais fraturam mais que as funcionais e as cúspides dos dentes mandibulares fraturam mais que a dos dentes maxilares. Foram examinadas as cúspides funcionais e não funcionais dos dentes mandibulares e maxilares em quatro diferentes parâmetros: 1- largura vestibulo-lingual; 2- ângulo da inclinação das cúspides; 3- espessura do esmalte; e, 4 - ângulo da junção esmalte-dentina. A largura das cúspides funcionais para todos os dentes,

exceto para os pré-molares maxilares, foi de 57% da largura vestibulo-lingual. As cúspides dos pré-molares maxilares apresentaram 47% da dimensão vestibulo-lingual. Estas diferenças podem explicar a frequência de fratura. A diferença na inclinação entre a cúspide funcional e a não funcional foi significativa, apresentando uma forte tendência para todos os dentes, exceto para o segundo pré-molar mandibular. A cúspide funcional apresentou uma grande inclinação, exceto para o primeiro pré-molar mandibular. Estes parâmetros das cúspides funcionais e não funcionais sugerem que a anatomia das cúspides tem relação com o potencial de fratura das mesmas.

GOEL et al.<sup>27</sup>, em 1990, estudaram as implicações clínicas da resposta do esmalte e da dentina sob cargas mastigatórias. O sucesso de procedimentos restauradores depende da compreensão das respostas do esmalte e da dentina, incluindo respostas de forças mastigatórias. A variação regional resultante da força mastigatória é crítica, porque clinicamente, refere-se à espessura do esmalte e da dentina ocluso-gengival. O modelo de elemento finito tridimensional de um molar inferior hígido foi desenvolvido para analisar a tensão no esmalte e na dentina ocluso-gengival, vestibulo-lingual e méso-distalmente. Foi usado o módulo elástico da dentina =  $1,36 \times 10^5$  kg/cm<sup>2</sup> e do esmalte =  $4,08 \times 10^5$  kg/cm<sup>2</sup>. Houve uma dramática variação regional na magnitude e caráter de diferentes tensões causadas pelas forças mastigatórias. O esmalte e a dentina, estão organicamente unidos e a junção esmalte-dentina tem a capacidade de responder à tensão mastigatória diferentemente, mas eles influenciam a resposta um do outro. O esmalte oclusal demonstrou baixa tensão de compressão e tração nas regiões do sulco central e nas áreas próximas da junção esmalte-dentina. Foram notados altos valores de

tensão compressiva para o esmalte na mesial, sulcos e imediatamente adjacente à junção esmalte-dentina, e no esmalte periférico valores baixos de tensão compressiva. A baixa tensão compressiva e de tração no sulco central do esmalte pode ser influenciada pela resiliência extrema da dentina imediatamente acima da câmara pulpar, exposta à alta tensão compressiva. Variações no esmalte oclusal podem ser relatadas para a espessura do esmalte e área específicas nas proximidades da junção esmalte dentina, e a espessura da dentina sob o esmalte. A tensão de tração para o esmalte oclusal foi alta nos sulcos mesial e distal, embora menores que no sulco central. Abaixo do esmalte do sulco central tem dentina resiliente. A dentina demonstrou alto valor de tensão de tração na junção com o esmalte. A distribuição da tensão de tração na dentina oclusal foi homogênea com variação exceto para a transformação da tensão compressiva. Nas superfícies periféricas vestibulo-lingual mesial e distal, o esmalte distante da junção esmalte-dentina mostrou alta tensão de tração com baixa tensão de compressão. A tensão de tração foi elevada para o esmalte cervical. A dentina oclusal imediatamente cervical à junção esmalte-dentina demonstrou baixa tensão, no entanto, mudou de característica no sulco central. A média da tensão de tração foi baixa, comparada com a tensão compressiva que foi analisada por carga compressiva. Esmalte e dentina respondem independentemente. Este único comportamento com variação regional desses tecidos poderia ter sérias implicações clínicas durante os processos restauradores.

**HOOD<sup>33</sup>**, em 1990, disse que a eventual consequência do uso de preparo cavitário como introduzido por Black, em 1895, é a fratura de uma das cúspides. Este fenômeno, freqüentemente atribuído à idade, é resultado de preparos

cavitários muito amplos. É portanto, motivo de surpresa que, com todas as técnicas e materiais restauradores atuais disponíveis, preparos clássicos de cavidade classe II ainda sejam executados.

**FASBINDER et al.<sup>24</sup>**, em 1991, estudando a resistência da crista marginal de restaurações tipo classe II túnel, verificaram que o ionômero de vidro Cermet reforçou preparos tipo túnel e não foi constatada diferença entre a crista marginal mesial ou distal. As cavidades eram pequenas e a crista de esmalte remanescente era larga.

**MARTINS et al.<sup>47</sup>** em 1991, avaliaram a liberação de flúor de restaurações com cimentos de ionômero de vidro e sua incorporação no esmalte dentário humano submetido à ciclagem de desmineralização e remineralização. Observaram que o flúor liberado incorporou-se ao esmalte até uma profundidade de aproximadamente 20-30 micrometros da superfície, concluindo-se que este material tem propriedades para controlar o desenvolvimento de cárie secundárias, mesmo em condições de alto desafio cariogênico.

**PRIOLI et al.<sup>57</sup>** em 1991, sugeriram a utilização do ionômero de vidro Ketac Bond e da resina composta Herculite XR para suportar esmalte preservando a estrutura dentária.

**TYAS & GRAND<sup>66</sup>**, em 1991, verificaram o efeito cariostático do cimento de ionômero de vidro em um estudo clínico de 5 anos, utilizando resina composta e cimento de ionômero de vidro para restaurar preparos de cavidades de classe V. As restaurações foram revisadas a cada ano, em relação às cáries recorrentes e manchamento marginal. Após 5 anos, 1% do ionômero de vidro e 6% das restaurações de resina composta apresentavam cárie e houve aproximadamente 2

vezes mais manchamento marginal em torno das resinas composta do que nos cimentos de ionômeros de vidro.

**BURKE<sup>8</sup>, em 1992**, com um trabalho de revisão da literatura sobre a incidência, causas e métodos da fratura dos dentes, observou que as restaurações grandes e lesões de cárie extensas tendem a ser associadas com a maioria das fraturas, sendo a incidência de fratura maior nos primeiros molares do que em outros dentes, especialmente na mandíbula, pois o primeiro molar inferior é um dos primeiros dentes a serem restaurados. O risco de fratura em dentes restaurados pode ser reduzido pela cobertura das cúspides. As investigações tradicionais de fratura usando técnicas destrutivas dão informações valiosas, entretanto, técnicas de réplica e não destrutivas também são importantes. A fratura dos dentes é uma ocorrência comum e os molares permanentes mostram a maior incidência de fratura. Os pré-molares superiores fraturam mais que os inferiores. A resistência à fratura dos dentes tem sido um método padronizado da investigação do efeito das cavidades e restauração na resistência dos dentes por mais de três décadas. Enquanto métodos experimentais não destrutivos podem dar informações válidas sobre as tensões e forças geradas pelas técnicas restauradoras, a resistência à fratura do dente permanece um importante método de investigação de qualquer técnica restauradora. Pois têm sido relatados, valores de forças de mordida para pacientes com boa dentição com uma média de 21 Kg a 49 Kg e forças experimentais com estes valores podem ser vistas com relevância clínica.

**SECCO et al.<sup>62</sup>, em 1992**, verificaram o efeito do cimento de ionômero de vidro Chelon Silver (ESPE) na manutenção do esmalte sem apoio de dentina, em restaurações de amálgama. Foram utilizados 21 dentes pré-molares



superiores divididos em 3 grupos; 1- preparo MO com esmalte sem suporte não restaurado; 2- preparo MO e esmalte suportado por amálgama; e, 3- preparo MO e ionômero de vidro suportando esmalte. Os dentes foram submetidos ao teste de resistência à fratura, com a carga aplicada na superfície oclusal, com uma esfera de aço de 4 mm de diâmetro a uma velocidade de 0,5mm/min. Os autores concluíram que o ionômero de vidro apresentou melhor desempenho na manutenção do esmalte sem apoio de dentina, quando submetido à força de compressão, comparado com as demais condições experimentais.

**MJÖR & JOKSTAD<sup>50</sup>**, em 1993, compararam o desempenho do amálgama, do ionômero de vidro e da resina composta usados em pequenas cavidades classe II. Todas as restaurações foram examinadas após 3 anos, com base nos seguintes critérios: clinicamente aceitável ou falha. Em adição, moldagens dos preparos foram feitas imediatamente após a restauração e em cada avaliação clínica com material elastomérico. O estudo compreendeu 274 restaurações classe II (88 de amálgama, 95 de ionômero de vidro e 91 de resina composta) colocadas em 142 adolescentes, 167 restaurações em molares e 107 em pré-molares. Após 5 anos, muitos pacientes deixaram o estudo, sendo perdidas 161 restaurações, igualmente distribuídas para os materiais restauradores e tipo de dente envolvido. Falharam 4 restaurações para o amálgama, 22 para o ionômero de vidro e nove para a resina composta. O ionômero de vidro e o amálgama falharam inicialmente com fraturas no corpo da restauração, no entanto, a resina composta falhou devido à cárie secundária e fratura do incremento.

**BENELLI et al.<sup>3</sup>**, em 1993, compararam o potencial anticariogênico "in situ" do cimento de ionômero de vidro. Compararam a quantidade de flúor na

placa formada sobre o ionômero de vidro avaliando os efeitos da liberação do flúor no crescimento da microflora cariogênica e a formação de cárie secundária sob condições "in situ" de alto desafio cariogênico. O flúor e perfil de microdureza foram determinados no esmalte ao redor das restaurações. Análises estatísticas indicaram uma significativa alta do nível de flúor e um nível mais baixo de "Streptococos mutans" na placa formada sobre o cimento. Os resultados mostraram que o cimento apresentou um efeito anticariogênico marginal e pode ser de valor na prevenção de cáries secundárias, mesmo sob condições de alto risco a cárie.

**PHILLIPS<sup>55</sup>, em 1993**, relatou que a resistência adesiva do esmalte condicionado varia de 16 a 22 MPa, dependendo da resina aplicada. Uma resina à base de BIS-GMA/TEGDMA tende a apresentar um valor mais baixo, entretanto, usado alguns novos agentes de união ao esmalte e dentina pode-se conseguir valores maiores. Em resumo, a técnica do condicionamento ácido, propiciou um uso mais simples, conservador e efetivo das resinas e muitos procedimentos odontológicos.

**SPEARS et al.<sup>65</sup>, em 1993**, verificaram o padrão de tensões gerado por carga externa em um modelo abstrato em duas dimensões, e em um modelo de um segundo pré-molar inferior para esmalte anisotrópico e isotrópico. Os prismas são aproximadamente perpendiculares à junção esmalte-dentina. O esmalte com propriedades anisotrópicas teve uma profunda diferença na distribuição de tensões sob carga quando comparado com modelos com esmalte isotrópico. No esmalte isotrópico, o caminho da carga é direcionada através da camada de esmalte rígido. No entanto, para o esmalte anisotrópico, a tensão é direcionado para dentro da dentina, uma vez que o esforço segue a direção rígida dos prismas de esmalte. O esmalte com característica de material anisotrópico providenciaria uma cobertura

rígida da superfície protegendo enquanto diverge simultaneamente as cargas para longe das fases de baixa resistência à compressão e quebradiças, reduzindo assim o potencial para a fratura do dente.

**JAMESON et al.**<sup>36</sup>, em 1993, investigaram o efeito da desidratação e reidratação na fragilidade e resistência da dentina humana. Teste de tração e testes de três pontos foram realizados em barras de dentina hidratada, desidratada e reidratada, obtidas de dentes terceiros molares sadios. A tensão de deformação e a energia de fratura (resistência) foram calculadas e os resultados foram analisados usando os testes de cadeia múltipla de Ducans e ANOVA, a nível de 0,01. A tensão de fratura não diferiu significativamente entre dentina hidratada ou desidratada em relação à reidratada nos testes de tração e deflexão. A deformação e energia de fratura foram significativamente maiores para a dentina hidratada e reidratada do que para a desidratada. Em deflexão, a energia elástica (resiliência) da dentina desidratada foi significativamente maior do que aquela da dentina hidratada ou reidratada, mas a dentina desidratada não demonstrou energia plástica (deformação) em contraste com os altos valores da dentina hidratada e reidratada. A desidratação da dentina humana resultou no decréscimo da deformação e demonstrou um comportamento quebradiço. A ausência de energia plástica de deformação e a significativa redução da energia requerida para induzir a fratura, indicou decréscimo da resistência pela desidratação, mas estas mudanças foram abolidas após a reidratação.

**EL-MOWAFY**<sup>22</sup>, em 1993, descreveu a resistência à fratura e o padrão de fratura de pré-molares superiores com cavidades proximais restauradas com amálgama, e um grupo sem a restauração de amálgama. Não foi encontrada

diferença significativa na resistência à fratura entre pré-molares com MOD conservadora e cavidades MO/DO restauradas ou não com amálgama. No entanto, o padrão de fratura apresentou significativa relevância. Pré-molares com cavidades MO/DO ou restaurações em amálgama exibiram fraturas mínimas envolvendo somente esmalte na maioria dos casos. Este comportamento foi similar ao apresentado por pré-molares hígidos. Em contraste, pré-molares com cavidades MOD convencional ou restaurações MOD de amálgama, exibiram fraturas severas que envolveram esmalte, dentina e raiz na maioria dos casos. Estas fraturas severas foram diferentes estatisticamente das fraturas com pré-molares com cavidades restauradas ou não, bem como daquelas com pré-molares hígidos.

**ZANKNER et al.<sup>70</sup>, em 1993**, avaliaram radiográfica e clinicamente 51 restaurações tipo túneis, com Cermet em molares decíduos. As restaurações foram vistas clinicamente e examinadas diretamente nas faces proximais após 6 meses (grupo 1) e 12 meses (grupo 2) da inserção do Cermet. A incidência de cristas marginais fraturadas foi de 3,8% no grupo 1 e 4,2 no grupo 2. Todas as restaurações apresentaram a porção oclusal intacta e não apresentaram cárie reincidente. Foi detectado um desgaste oclusal de 7,7% no grupo 1 e 4,2% nos dentes do grupo 2. Não foi encontrada correlação entre o exame direto e o radiográfico para cárie proximal. Manchas brancas, sem penetração de cárie foram detectadas em 53,8% nas superfícies proximais em 6 meses e 60% das superfícies com 12 meses.

**BERRY III & POWERS<sup>4</sup>, em 1994**, compararam a resistência ao cisalhamento do cimento de ionômero de vidro em dentina coronária e radicular tratadas com a aplicação por 20 segundos do ácido poliacrílico a 25% e 40%. Quando se considerou somente o efeito do tipo de dentina, a resistência de união

para a dentina radicular foi maior. Quando a superfície de dentina foi tratada com ácido poliacrílico a 25% ou 40%, tanto o Ketac Bond como o Ketac Cem aumentaram a resistência de união. A resistência de união para o Ketac Bond na dentina coronária com aplicação do ácido do Durelon foi de 4,1 MPa e para o Ketac-Cem foi de 2,7 MPa.

**DE LUCA et al.<sup>12</sup>, em 1994**, estudaram a resistência à fratura do esmalte sem sustentação de dentina e a resistência à fratura do esmalte suportado por resina em cavidade preconizada por Lutz, onde se remove apenas o tecido cariado. Deste modo, nas margens da cavidade pode restar esmalte sem suporte de dentina. Quinze cavidades foram reproduzidas em 15 molares extraídos. Cada molar foi seccionado em dois para obter duas cavidades uma na vestibular e outra na lingual. No entanto, somente uma era preenchida com compósito. As amostras foram testadas usando uma máquina INSTRON, com uma esfera de metal de 2 mm de diâmetro transmitindo a carga ao esmalte suportado por resina ou sem suporte. Pelo alto grau de resistência alcançado com o esmalte suportado pela resina, pode-se acreditar que a aplicação do compósito para cavidades em cavidades de Lutz é atualmente capaz de suportar o esmalte.

**RODRIGUES<sup>60</sup>, em 1994**, estudou a resistência de dentes pré-molares e molares com restaurações atípicas de diversos materiais: amálgama, resina composta, resina composta mais amálgama, ionômero mais amálgama e ionômero mais resina composta. Os ensaios de fratura foram conduzidos com direção da carga formando um ângulo de 30 graus com o longo eixo do dente. As análises foram feitas com as cargas de ruptura e com estas divididas pelas áreas ao nível do equador anatômico. Os resultados permitiram concluir que, tanto os pré-molares

como os molares alcançaram as maiores resistências com a resina. Os pré-molares restaurados com amálgama e ionômero mais amálgama resultaram baixa resistência, e a resina mais ionômero em relação ao amálgama somente resultou em resistência maior nos pré-molares.

**EHRNFORD & FRANSSON<sup>20</sup>, em 1994**, avaliaram a resistência à fratura compressiva das cristas marginais de esmalte em pré-molares com preparos túnel largos, antes e após a restauração com Ketac Silver (ESPE), um compósito híbrido universal (Super Lux , DMG) e um compósito experimental. Cada grupo foi representado por seis túneis. O túnel foi preparado com o uso de uma broca esférica nº 6. A ponte remanescente tinha a largura de 1,5 mm e 1,7 mm de altura na área de contato. A crista foi levada à fratura através de uma esfera com um encaixe que tocava a crista de esmalte. O tipo de fratura predominante foi cisalhamento da restauração. O reforço da ponte de esmalte pelo Cermet não foi significante, no entanto, os dois compósitos reforçaram com a mesma magnitude, em uma taxa de 62%. Os autores concluíram ainda que contato deve ser preservado e o contorno protegido contra o desgaste proximal e oclusal da restauração. Clinicamente, esta pode ser uma boa razão para salvar a crista, pois são áreas de baixa resistência. Baseado no presente estudo, a resina composta deve ser o material de escolha para preparos tipo túnel.

**FRANCHI et al.<sup>25</sup>, em 1994**, observaram que restaurações extensas de amálgama em pré-molares e molares requerem o sacrifício de cúspides ou paredes de esmalte sem suporte saudável. Uma técnica composta de resina e amálgama é sugerida para manter estas estruturas. Essa técnica foi avaliada no aspecto da microinfiltração e a adaptação marginal das restaurações através de

estudos histológicos e de microscopia eletrônica de varredura. A técnica consiste no reforço das paredes finas ou das cúspides sem suporte com resina composta posterior. Uma fina camada de resina posterior é inserida com um adesivo dentinário, que pode ser polimerizada através das paredes da cavidade ou sob o esmalte das cúspides socavadas. O preparo cavitário novo pode ser então restaurado com amálgama que assegura a resistência ao desgaste oclusal. Os autores observaram através da microscopia óptica e eletrônica de varredura que a adaptação marginal do amálgama, e da resina foi aceitável e que a penetração da resina nas paredes internas do esmalte foi completa. A microinfiltração foi alta na interface amálgama esmalte, moderada entre a resina e o amálgama, mínima entre a dentina e interface de resina e mínima entre a superfície de esmalte interno e a resina, composta. A boa adaptação marginal da resina composta ao esmalte interno com o amálgama, sugere que esta técnica conservadora pode ser usada diminuindo a microinfiltração.

**HOLTAN et al.<sup>31</sup>, em 1994**, compararam a resistência ao cisalhamento da união entre a dentina e cinco adesivos dentinários. O Scotchbond 2 foi usado como controle. O teste foi realizado 24 horas após completada cada amostra. Os resultados foram os seguintes: XR Bond resultou em  $17,1 \pm 5$  MPa; Scotchbond Multi-Purpose  $15,9 \pm 6,5$  MPa, Syntac  $13,5 \pm 8,6$  MPa, All-Bond 2  $6,2 \pm 4$  MPa, Scotchbond 2  $4,9 \pm 3$  MPa, Denthesive  $3,4 \pm 1,7$  MPa. Foi concluído que o XR Bond e o Scotchbond Multi-Purpose apresentam significativa resistência ao cisalhamento comparado com os outros adesivos dentinários.

**5- PROPOSIÇÃO**



## PROPOSIÇÃO

Considerando a falta de informações que relacionam a rigidez, deflexão e resistência à fratura das cúspides dos dentes, com os cimentos de ionômero de vidro e resina composta utilizados para suportar esmalte em restaurações de amálgama, propomo-nos a desenvolver um estudo para verificar:

1- A influência do suporte promovido pelos cimentos de ionômero de vidro (convencional e fotoativado) e pela resina composta, na resistência do esmalte sem apoio de dentina;

2 - Bem como seu efeito na:

2.1 Rigidez;

2.2 Deflexão; e,

2.3 Resistência à fratura das cúspides dos dentes

restaurados

## **6 - MATERIAIS E MÉTODOS**

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 - Materiais

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais listados na tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Materiais utilizados

Nome comercial	Fabricante	Material
KETAC BOND	ESPE GmbH & Co. Germany	Cimento de ionômero de vidro (ativação química)
VITREMER	3M - Dental Products, St. Paul, MN	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina
Z100	3M - Dental Products, St. Paul, MN	Resina composta, ativação física (fotopolimerizável)
SCOTCHBOND MULTI PURPOSE	3M - Dental Products, St. Paul, MN	Sistema adesivo
DISPERSALLOY	DENTSPLY Ind. e Com. Petropolis - RJ	Liga de prata para amálgama
MERCÚRIO PURO	OURODENT Metaldente - SP	Mercúrio

### 6.2 - MÉTODOS

#### 6.2.1 - Seleção dos Dentes:

Foram utilizados 42 dentes pré-molares humanos, íntegros e livres de trincas ou fraturas, extraídos por razões ortodônticas e armazenados em água e refrigeração a 9 °C . Os dentes foram submetidos à profilaxia usando escova de

Robinson com com pasta de pedra pomes e água. A seguir, os dentes foram examinados com uma lupa (2x) sob transiluminação com um aparelho de fotopolimerização Visiluz 2 (3M), selecionando aqueles que não apresentavam trincas ou alterações estruturais que pudessem comprometer os resultados.

Os quarenta e dois dentes foram classificados segundo o diâmetro das coroas, medido com o auxílio de um paquímetro (Mitutoyo) com precisão de 0,01 mm e colocados em ordem decrescente de tamanho. Os dentes foram divididos em seis grupos de 7 unidades (Tabela 6.2), por meio de um arranjo ordenado da seguinte forma: os seis primeiros dentes foram sorteados, um para cada grupo, os seis seguintes foram sorteados da mesma forma até que se tivesse 7 dentes em cada um dos 6 grupos, isto foi feito para que ocorresse uma distribuição homogênea dos dentes em cada grupo.

Tabela 6.2 - Grupos exeperimentais

1	CONTROLE (dentes hígidos).
2	CLASSE II (dentes com preparo Classe II MO).
3	REMOÇÃO DE DENTINA (dentes com preparo classe II MO + remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal).
4	KETAC BOND (dentes com preparo classe II MO + remoção da dentina e suporte do esmalte oclusal com Ketac Bond + amálgama).
5	VITREMER (dentes com preparo classe II MO + remoção da dentina e suporte do esmalte oclusal com Vitremer + amálgama).
6	Z100 (dentes com preparo classe II MO + remoção da dentina e suporte do esmalte oclusal com Z100 + amálgama).

A verificação da influência do cimento de ionômero de vidro e da resina composta no suporte do esmalte e seu efeito na rigidez, deflexão e resistência à fratura das cúspides dos dentes restaurados, foi feita através dos testes e tratamentos seqüenciais, como descrito na Tabela 6.3.

Tabela 6.3 - Seqüência das leituras dos dados para o cálculo da rigidez e deflexão no dente hígido, após o preparo de classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte e o teste de resistência à fratura.

GRUPOS	Leituras dos dados de rigidez e deflexão seqüencialmente aos tratamentos e o teste de resistência à fratura								
		1 <sup>ª</sup> Leitura	Trata- mento	2 <sup>ª</sup> Leitura	Trata- mento	3 <sup>ª</sup> Leitura	Trat. Restauração	4 <sup>ª</sup> Leitura	Res. à frat.
1 Controle	Hígido	sim	não	sim	não	sim	não	sim	sim
2 Classe II	Hígido	sim	Classe II	sim	não	sim	não	sim	sim
3 Remoção	Hígido	sim	Classe II	sim	Remoção dentina	sim	não	sim	sim
4 Ketac	Hígido	sim	Classe II	sim	Remoção dentina	sim	+Suporte c/ KetacBond +amálgama	sim	sim
5 Vitremer	Hígido	sim	Classe II	sim	Remoção dentina	sim	+Suporte c/ Vitremer + amálgama	sim	sim
6 Z100	Hígido	sim	Classe II	sim	Remoção dentina	sim	+Suporte c/ Z100 +amálgama	sim	sim

Os dentes dos grupos 1, 2 e 3, apesar de não receberem restauração, também foram submetidos a todas as cargas dos testes de extensiometria a que os grupos 4, 5 e 6 foram submetidos. Estas leituras foram feitas no sentido de que todos os grupos passassem pelas mesmas condições de carga-deflexão, antes do testes de resistência à fratura.

### **6.2.2 - Inclusão das raízes dos dentes:**

Cada dente foi incluído pela raiz em resina de estireno (T Resapol) até 1mm aquém da junção cimento esmalte. A resina era contida por tubos cilíndricos de PVC com diâmetro interno de 21 mm por 25 mm de altura. Para que todos os dentes ficassem com a mesma altura e posicionados verticalmente em relação à base, os dentes foram colados pela superfície oclusal com uma cola à base de cianocrilato (Loctyte - Brasil) em um suporte metálico (Figura. 6.1).

A seguir, a polimerização da resina de inclusão os dentes foram descolados do suporte metálico e o conjunto dente-resina removido dos cilindros de PVC.

Todos os grupos de dentes após a realização de cada tratamento, foram armazenados em recipientes plásticos fechados hermeticamente a uma temperatura de 37 °C e 100% de umidade relativa do ar, para mantê-los hidratados, para evitar alterações na energia de deflexão, bem como na resistência à fratura (JAMESON<sup>36</sup>).

### **6.2.3 - Confeção do nicho para posicionamento da esfera nas cúspides dos dentes**

Com uma pedra montada cilíndrica com diâmetro de 4 mm, em baixa rotação, foi feito um nicho em forma de meia cana na aresta das vertentes das cúspides vestibular e lingual, para garantir que nos carregamentos seqüenciais, a esfera fosse sempre posicionada no mesmo local (Figura 6.4) e não se deslocasse durante os carregamentos axiais (MORIN et al.<sup>53</sup>).

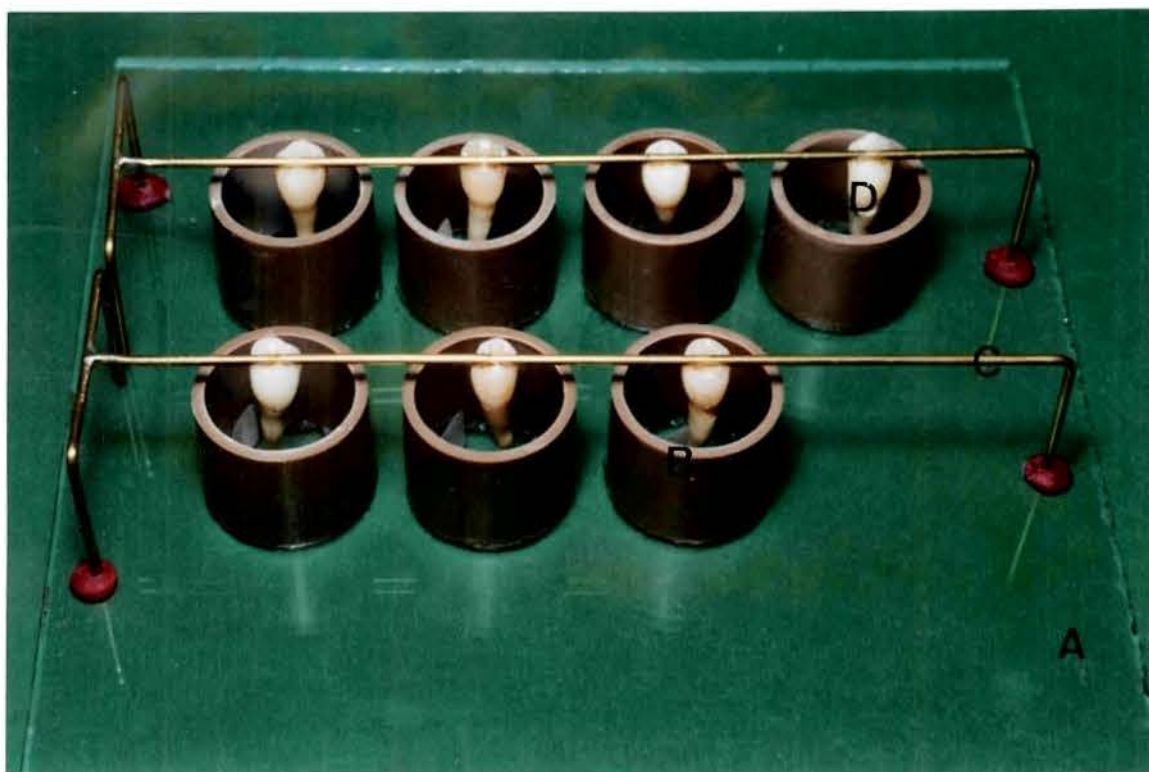


Figura 6.1 - Dispositivo para inclusão da raiz dos dentes:

A - Placa de vidro,

B - Anel de PVC,

C - Haste metálica,

D - Dente

### 6.2.4 - Colagem dos Extensômetros

Os extensômetros consistem em uma resistência elétrica completamente encapsulada em poliamido com dois terminais expostos ao meio (Figura 6.2), para a soldagem dos fios de ligação ao amplificador digital de leitura. Esta resistência mede a deflexão das cúspides resultante do carregamento axial aplicado na oclusal dos dentes. Os extensômetros permitem avaliar a direção e magnitude das deformações na superfície da estrutura dentária, através da oscilação da resistência elétrica induzidas no sistema amplificador.

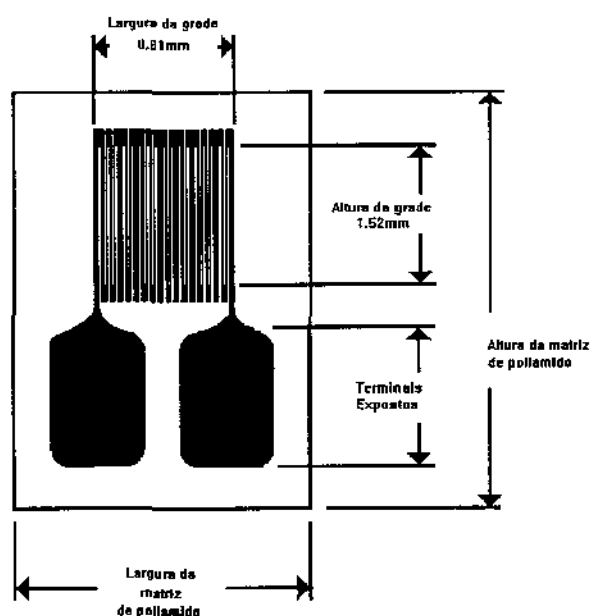


Figura 6.2 - Desenho esquemático do extensômetro

#### - Especificações do extensômetro

Fabricante: Measurements Group

Modelo: CEA-06-032-UW-120,

Resistência: 120 ohms  $\pm$  0,3%

Fator gauge: 2,09  $\pm$  1,0% a 24 °C

Leitura máxima:  $\pm$ 1500 micro strain

Ciclos para fadiga:  $10^6$

Faixa de temperatura: -75 a 175 °C



O extensômetro foi ajustado na superfície do dente. Em seguida, a superfície vestibular e lingual dos dentes foi condicionada com ácido fosfórico a 37,5 % por 20 segundos, lavada com água, por 30 segundos e seca com um jato de ar, por 30 segundos.

A face do extensômetro foi limpa com álcool e colada com uma cola a base de cianocrilato (Loctyte - Brasil) na superfície do esmalte condicionado, sobre a convexidade do terço cervical das faces vestibular e lingual, de tal modo que os terminais do extensômetro ficassem voltados para oclusal e a resistência para a cervical. A qualidade da colagem foi examinada visualmente e com sondagem.

#### **6.2.5 - Soldagem dos fios condutores nos terminais dos extensômetros**

Um fio para a condução elétrica, de 10 cm de comprimento, foi soldado nos terminais dos extensômetros, afim de conduzir os sinais até o cabo blindado do sistema de leituras (Figura 6.3). A seguir, os extensômetros foram testados com um multímetro (RESOM MIC 2200A) para verificar sua integridade.

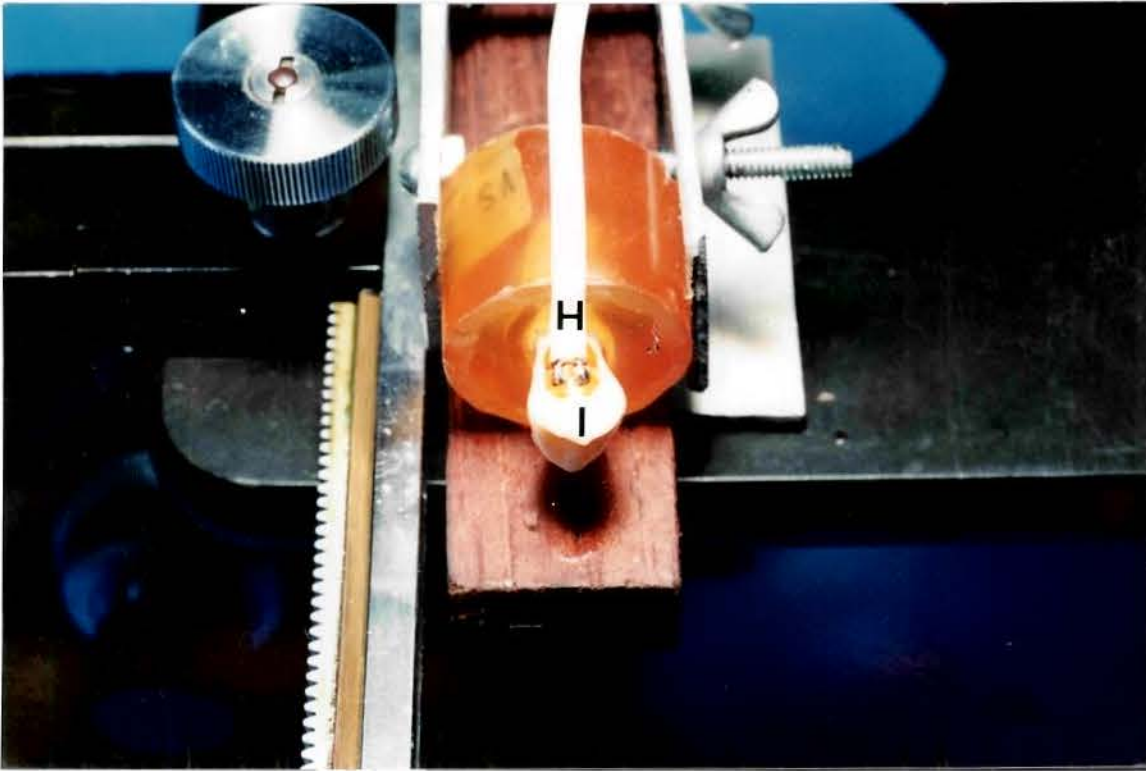


Figura 6.3 - Corpo de prova com o fio soldado nos terminais do extensômetro.

H - Terminal de condução dos sinais até o sistema de leitura

I - Dente

### **6.2.6 - Leitura dos dados da rigidez e deflexão das cúspides dos dentes hígidos**

A leitura para os dentes hígidos, como listada na tabela 6.3 foi realizada da seguinte forma: Os dentes foram removidos da estufa a 37 °C e a umidade relativa de 100% , os fios do extensômetro da vestibular e lingual foram conectados no Sistema de leituras 2100 (Micro Measurements). O sistema foi zerado e dois carregamentos iniciais com a carga máxima de 12 kg para calibração foram efetuados no dente com a máquina Instron, programada à uma velocidade de 0,05 mm/min. A esfera de aço de 5,0 mm de diâmetro, conectada por meio de uma haste metálica à célula de carga da máquina, tocava apenas nas vertentes oclusais das cúspides (Figura. 6.4). Posteriormente, foram feitos dois novos carregamentos nas mesmas condições e anotado os valores registrados pelos extensômetros nas cargas de 3 kg, 6 kg, 9 kg e 12 kg. O descarregamento foi feito na mesma velocidade e novamente anotado os valores registrados pelos extensômetros nas cargas de 9kg, 6 kg, 3 kg e 0 kg. Desta maneira, foram obtidos os dados em  $\mu\epsilon$  (micro-strain) para os cálculos da rigidez e deflexão das cúspides dos dentes de todos os grupos quando estes ainda estavam hígidos.

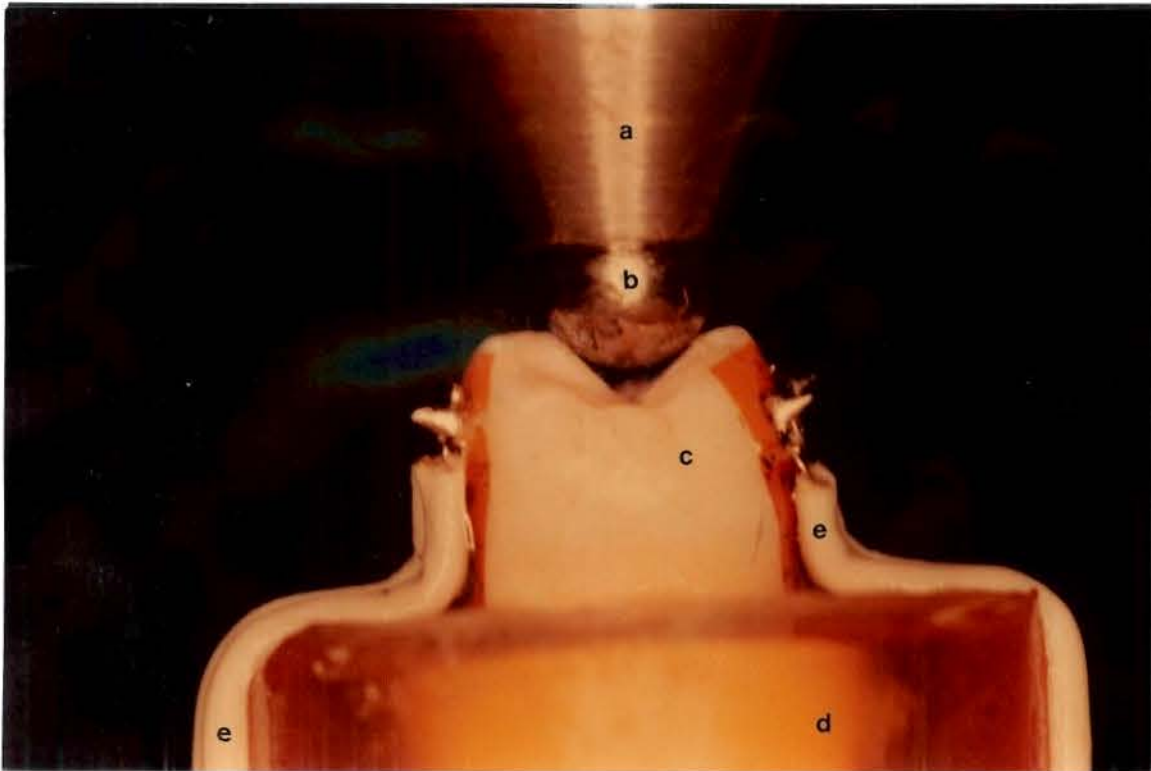


Figura 6.4 - Corpo de prova posicionado para o ensaio.

A - Haste conectada com a célula de carga

B - Esfera de aço de 5mm de diâmetro

C- Dente posicionado para o teste

D- Base de resina de estireno

E- Fios de ligação dos extensômetros até o sistema de leitura

### 6.2.7 - Preparo das cavidades de Classe II MO

Os grupos 2, 3, 4, 5 e 6 receberam preparos cavitários de classe II MO, confeccionados com pontas diamantadas cilíndricas FG 1094 (KG Sorensen), de ponta ativa de 1,4 mm de diâmetro por 4 mm de comprimento montadas em uma caneta de alta rotação (Dabi Atlante) sob refrigeração à água-ar. A ponta diamantada foi substituída por outra nova a cada grupo de 3 dentes preparados.

Os cilindros de resina contendo os dentes foram fixados em uma base metálica adaptada à mesa do microscópio, de tal forma que as dimensões vestibulo-lingual e méso-distal das cavidades a serem preparadas fossem determinadas por meio de movimentos lineares da mesa, controlados por parafusos (Figura 6.5). A profundidade do preparo foi controlada por meio do parafuso micrométrico que definia o posicionamento da caneta de alta rotação, em relação à mesa do microscópio. A face mesial do dente ficava paralela à ponta ativa da ponta diamantada, alinhada com o sulco central oclusal e perpendicular à crista marginal mesial.

Definida a posição da ponta diamantada, a turbina era acionada e o parafuso micrométrico lentamente movimentado para que a ponta diamantada penetrasse a face mesial, iniciando pela crista proximal até atingir a profundidade de 4 mm. Estabelecida a profundidade, o dente era movimentado no sentido vestibulo-lingual e vice-versa até completar a largura de 4 mm. A extensão mesio-distal da caixa proximal era definida pelo diâmetro da ponta diamantada (1,5mm). Concluída esta fase, foi confeccionada a caixa oclusal com a ponta diamantada posicionada dentro da caixa proximal, paralela à parede mesial, alinhada com o sulco central, numa profundidade de 3mm. A turbina era acionada e o dente

movimentado no sentido mesio-distal até que a ponta diamantada atingisse a fosseta distal, definindo a extensão da caixa oclusal. A largura vestibulo-lingual foi definida pelo diâmetro da ponta diamantada.

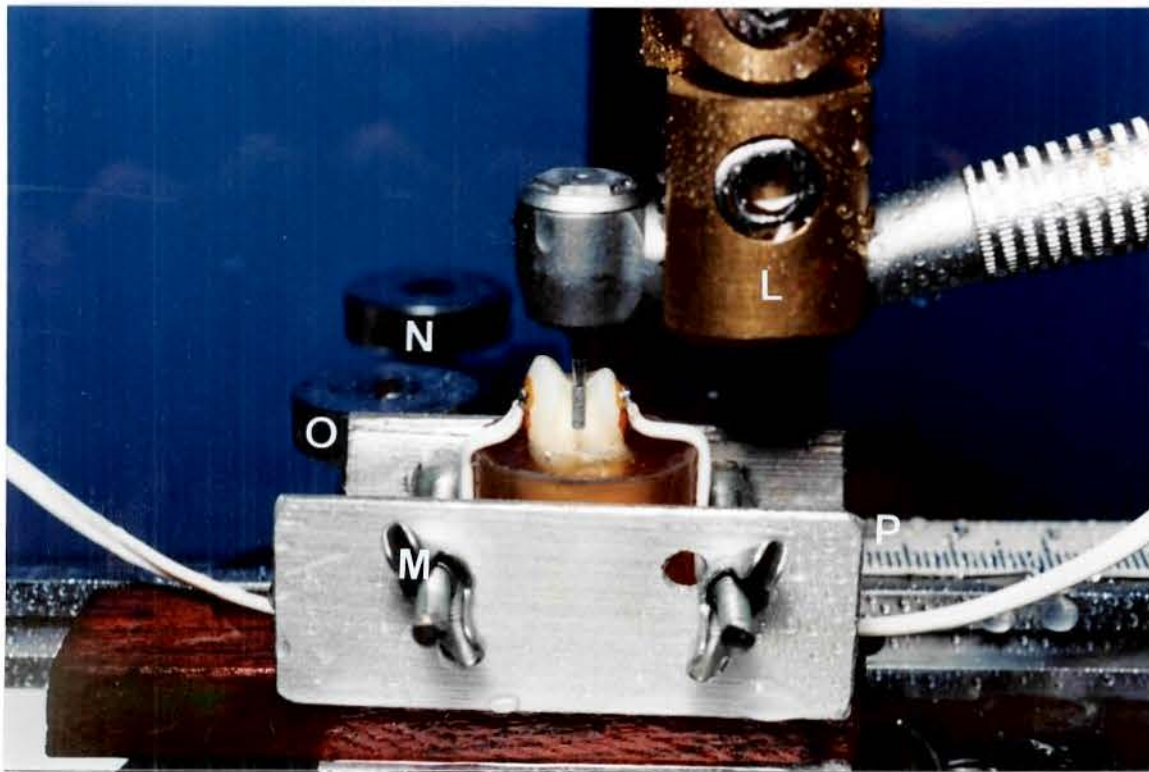


Figura 6.5 - Corpo de prova posicionado para a confecção do preparo de cavidade de classe II MO

L - Dispositivo de fixação da caneta de alta rotação

M - Dispositivo de fixação da amostra

N - Parafuso para movimentação vestibulo-lingual

O - Parafuso para movimentação mesio-distal

P - Escala milimétrica

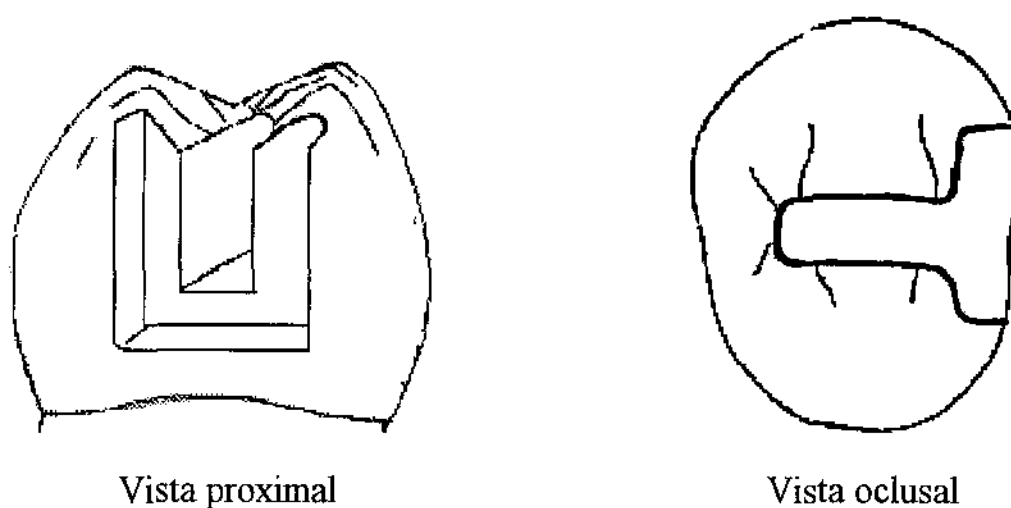


Figura 6.6 - Desenho esquemático do preparo cavitário de Classe II MO

#### Dimensões da cavidade de classe II MO

Profundidade da caixa oclusal	3,0 mm
Extensão vestibulo-lingual da caixa oclusal	1,5 mm
Profundidade da caixa proximal	4,0 mm
Extensão vestibulo-lingual da caixa proximal	4,0 mm
Extensão mésio-distal da caixa proximal	1,5 mm

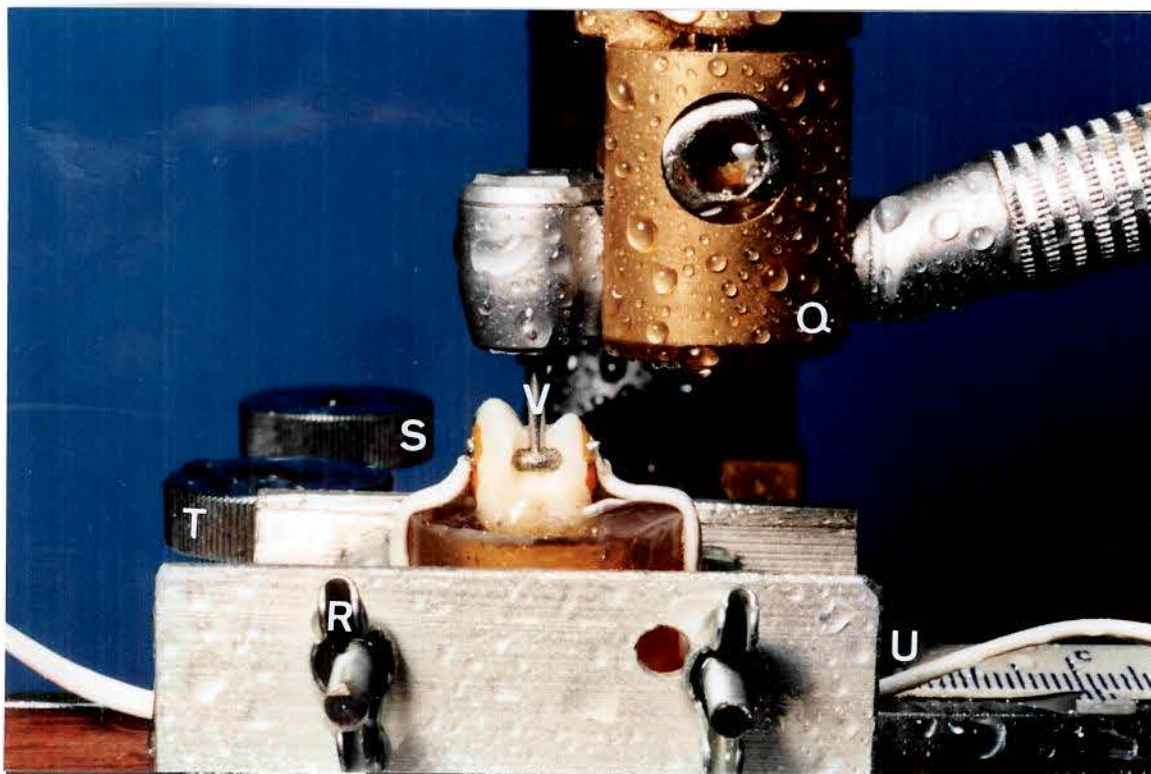
Os preparos cavitários foram lavados com jatos de água, secos com jatos de ar e examinados com a finalidade de verificar as condições técnicas dos preparos. Em seguida, todos os dentes de todos os grupos foram submetidos à segunda série de leituras, como realizada na primeira vez e estabelecido na Tabela 6.3.

### **6.2.8 - Remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal.**

Os dentes dos grupos 3, 4, 5 e 6 foram novamente fixados na mesa do microscópio, para remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal (Figura 6.7), com uma ponta diamantada em forma de roda, FG 3053 (KG Sorensen), com 4 mm de diâmetro por 1,5 mm de altura, posicionada na caixa proximal junto à junção amelo-dentinária das cúspides vestibular e lingual. Definida esta posição, o dente foi deslocado no sentido méso-distal, fazendo com que a ponta diamantada penetrasse a dentina abaixo da junção amelo-dentinária, até atingir a parede distal do preparo (Figura 6.8).

A terceira série de leituras com as mesmas características da primeira foi realizada em todos os dentes de todos os grupos.





**Figura 6.7 - Corpo de prova posicionado para a remoção de dentina de suporte do esmalte oclusal.**

Q - Dispositivo de fixação da caneta de alta rotação

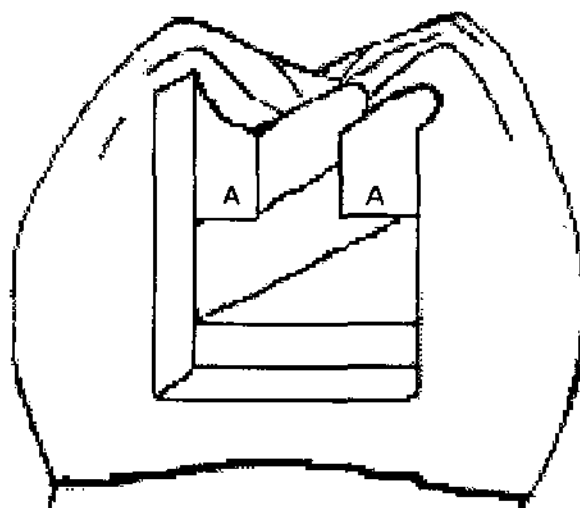
R - Dispositivo de fixação do corpo de prova

S - Parafuso para movimentação méso-distal

T - Parafuso para movimentação vestibulo-lingual

U - Escala milimétrica

V - Ponta diamantada



**a - Esmalte sem suporte de dentina**

Figura 6.8 - Desenho esquemático do preparo cavitário sem suporte do esmalte oclusal.

As dimensões da cavidade de classe II MO sem suporte de dentina

Espessura do esmalte sem suporte 1,5mm

Altura da área de remoção de dentina 1,5mm

Extensão vestibulo-lingual da remoção de dentina 4,0mm

Os materiais utilizados nas restaurações dos dentes foram preparados segundo as instruções dos respectivos fabricantes, e aplicados segundo as combinações da tabela 6.4.

Tabela. 6.4 - Seqüência de procedimentos restauradores

Grupos	Procedimentos
1	Dentes hígidos
2	Dentes somente com preparo de classe II MO
3	Dentes com preparo de classe II MO + remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal
4	Dentes com preparo de classe II MO + remoção da dentina + <b>Ketac Bond</b> suportando o esmalte oclusal + restauração com <b>amálgama</b> .
5	Dentes com preparo de classe II MO + remoção da dentina + <b>Vitremer</b> suportando do esmalte oclusal + restauração com <b>amálgama</b> .
6	Dentes com preparo de classe II MO + remoção da dentina + <b>Z100</b> fazendo o suporte do esmalte oclusal + restauração com <b>amálgama</b> .

### 6.2.9 - Restauração do grupo 4

O ionômero de vidro Ketac Bond foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante. Foi aplicado ácido poliacrílico (Durelon - ESPE) sobre a superfície da dentina do preparo cavitário por 10 s. (BERRY & POWERS<sup>4</sup>), lavado com água por 30 s. e a cavidade seca com ar. Após o proporcionamento volumétrico do pó e do líquido, o cimento de ionômero de vidro Ketac Bond foi aglutinado por 30 s. e inserido na cavidade com o auxílio de uma seringa Centrix (ESPE), forrando apenas a área de esmalte socavado, como ilustrado na Figura 6.9. Cinco minutos após a inserção do ionômero foram aplicadas duas camadas de verniz Cavatine (SS Whithe) para proteger o ionômero, com intervalo de 30 s. entre as aplicações. A seguir, uma matriz metálica foi adaptada e fixada com godiva no dente, para permitir a condensação do amálgama, como ilustrado na Figura 6.10.

A liga para amálgama Dispersalloy (Dentisply) foi utilizada na proporção de 1:1, em peso. O mercúrio foi proporcionado com dosador Sybron/Kerr, modelo II, calibrado para liberar 600 mg de mercúrio, quantidade aferida previamente com o auxílio de uma balança digital de precisão (Chyo JK-180). A quantidade de 600 mg de limalha foi obtida utilizando-se a mesma balança. Após o proporcionamento, liga e mercúrio foram colocados em uma cápsula rosqueável, sem pistilo, adaptada no amalgamador mecânico Dentomat (Degussa), calibrado para 15 segundos de trituração. Com o auxílio de um porta amálgama, o material triturado foi levado à cavidade em pequenas porções que foram condensadas com instrumental tipo Ward, números 1 e 2 (Duflex). Então, foi realizada a escultura com esculpidor tipo Hollenback 3S (Duflex) e a brunidura com um brunidor número 29 (Duflex). Concluída a restauração, os dentes

permaneceram monitorados por 5 minutos; em seguida, foram desconectados do sistema de leitura e armazenados novamente por 24 horas em 100% de umidade relativa do ar a 37 °C. A seguir a quarta série de leituras com as mesmas características das anteriores foi realizada neste grupo e nos grupos 1,2 e 3.

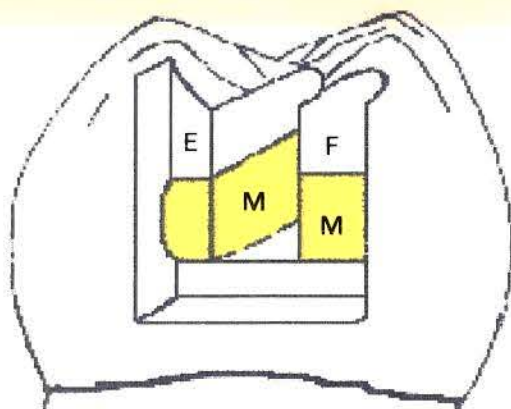


Figura - 6.9 - Desenho esquemático do esmalte suportado artificialmente.

E - Esmalte    F - Material restaurador suportando esmalte

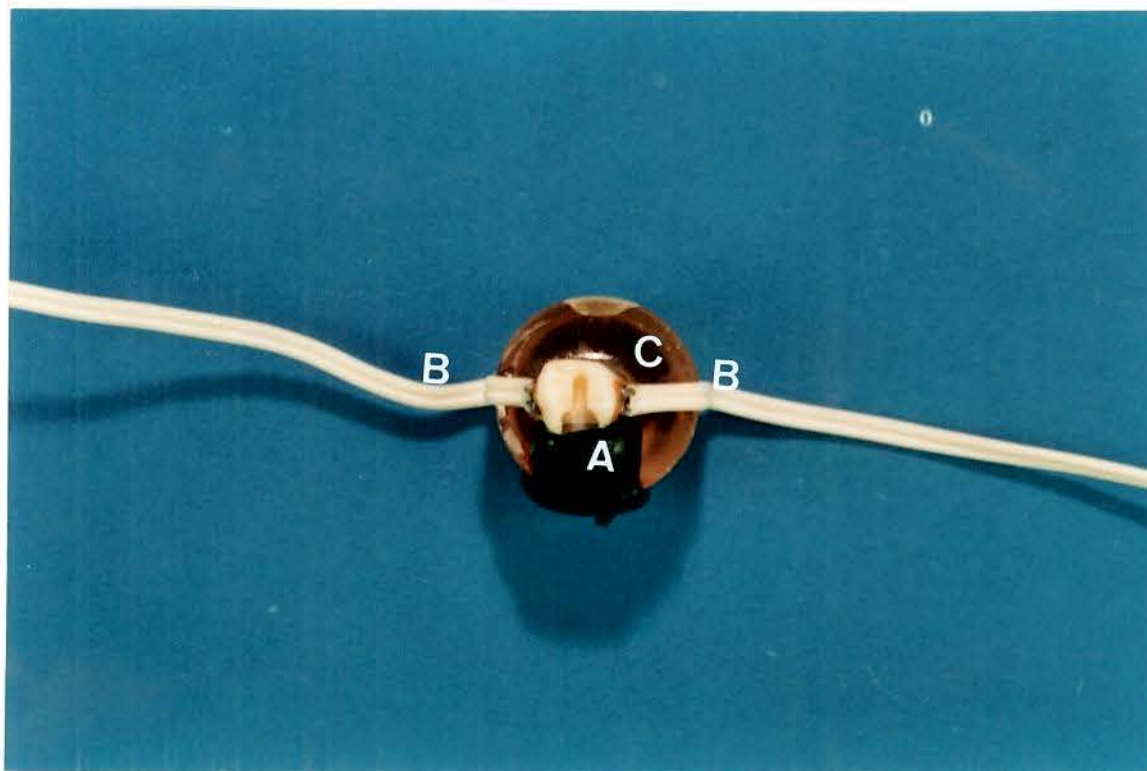


Figura 6.10 - Fixação da matriz metálica

A - Godiva

B - Fios de conexão entre os extensômetros e sistema de leitura

C - Resina de embutimento

### 6.2.10 - Restauração do grupo 5

O cimento de ionômero de vidro Vitremer (3M - Brasil), usado neste grupo foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante. Inicialmente foi aplicado o “primer” nas paredes da cavidade por 30 segundos. Um leve jato de ar por 5 segundos foi aplicado antes da polimerização, por 20 segundos, com um aparelho Visilux 2 (3M Brasil), com intensidade de  $500 \text{ mW/cm}^2$ .

Após proporcionado, o Vitremer foi aglutinado por 45 segundos e inserido na cavidade com seringa Centrix (ESPE), forrando apenas a área do esmalte socavado (Figura 6.9) e polimerizado com incidência da luz por oclusal, por 40 segundos, emitida pelo aparelho Visilux 2 (3M). Após aplicação do “Finishing Gloss” foi feita uma polimerização adicional por mais 20 segundos. A seguir, procedia-se a restauração da cavidade com amálgama, e armazenagem conforme descrito para o grupo 4. Decorrido o período de armazenagem foi realizada a quarta série de leituras para este grupo com as mesmas características das anteriores.

### 6.2.11 - Restauração do grupo 6

Foi utilizada a resina composta fotopolimerizável Z100 (3M - Brasil). O esmalte e dentina foram condicionados com ácido por 15 segundos. As cavidades foram lavadas e secas com ar. O “primer” do Scotchbond foi aplicado sobre o esmalte e dentina e seco com um leve jato de ar.

Em seguida, uma fina camada do adesivo Scotchbond, foi aplicada sobre esmalte e dentina e polimerizados por 10 segundos. A resina composta Z100 foi inserida sob o esmalte (Figura 6.9) em um único incremento e polimerizada por oclusal por 40 segundos. Cinco minutos após a aplicação da resina, a restauração com amálgama foi efetuada como descrito para o grupo 4. Concluída esta fase da restauração, os dentes permaneceram monitorados por 5 minutos. E foram armazenados por 24 horas a 37 °C e 100% de umidade relativa.

Decorrido este período a quarta série de leituras com as mesmas características das anteriores foi realizada também neste grupo enserrando o teste de extensiometria.

#### **6.2.12 - Teste de resistência à fratura**

Sendo concluídas as 4 fases de leituras seqüenciais dos dados para os cálculos da variação da rigidez e deflexão das cúpides e após o preparo cavitário de classe II, remoção de dentina e restauração dos dentes (Tabela 6.3), foi realizado o ensaio de resistência à fratura nos dentes dos 6 grupos da seguinte forma: os dentes foram submetidos ao carregamento axial de compressão na máquina INSTRON, com velocidade de 0,05 mm/min., até que a força aplicada fraturasse o dente. Um cilindro plástico colocado em volta do corpo de prova coletava os fragmentos dos dentes fraturados, que foram examinados em microscopia eletrônica de varredura para verificar o tipo de fratura do esmalte oclusal.

### 6.2.13 Total das leituras do teste de extensometria

Foram realizadas quatro leituras, duas na vestibular e duas na lingual de cada dente de todos os grupos, quando estes estavam hígidos. As leituras foram feitas nas cargas de 3, 6, 9, 12, 9, 6, 3 e 0 kg. Após o preparo de classe II MO, todos os dentes de todos os grupos foram submetidos a nova série de leituras. Após a remoção de dentina, os dentes de todos os grupos foram submetidos à nova série de leituras. Após a restauração dos grupos 4, 5 e 6, foi realizada a quarta seqüência de leitura para todos os dentes de todos os grupos, totalizando 5376 leituras.

Cada valor em  $\mu\epsilon$  (micro strain) obtido no sistema de extensometria foi corrigido pelo Factor Gauge (2,09), através da seguinte fórmula: valor em  $\mu\epsilon$  multiplicado por 2 e dividido pelo fator 2,09.



#### 6.2.14 - Cálculo da rigidez e deflexão relativa para os grupos 4, 5 e 6.

Os valores em  $\mu\epsilon$  apresentados para cada dente nas Tabelas 4, 5 e 6 do Apêndice, com os quais foi calculada a rigidez e a deflexão relativas correspondem à média dos valores das Tabelas 1, 2 e 3 do Apêndice.

Calculou-se a rigidez relativa dos dentes com o auxílio da planilha de cálculos Excel 3.5 (Microsoft) aplicando-se a seguinte equação:

$$\text{Rigidez} = \frac{\text{Rigidez das cúspides na condição de teste}}{\text{Rigidez da mesma cúspide no dente hígido}}$$

$$R = \frac{\frac{\text{Máxima tensão na condição de teste}}{\text{Máximo strain na condição de teste}}}{\frac{\text{Máxima tensão no dente hígido}}{\text{Máximo strain no dente hígido}}} = \frac{\text{Máximo strain do dente hígido}}{\text{Máximo strain na condição de teste}} \times 100$$

A tensão aplicada para o dente hígido foi a mesma aplicada na condição de teste, portanto, estes dois termos se anulam. Por esta razão, a rigidez relativa, reduz-se a uma simples proporção de  $\mu\epsilon$ . O cálculo proporciona um meio de comparar os resultados. Através da normalização, os valores em  $\mu\epsilon$  podem ser comparados mesmo com dentes de tamanhos diferentes (Morin<sup>52</sup>, Donly<sup>14</sup>, Douglas<sup>15</sup>, Morin<sup>53</sup>, Reeh<sup>59</sup>). A rigidez calculada para o dente, recebeu o valor de 100 (dente hígido). Assim, se os valores para os dentes com preparo de classe II, remoção de dentina ou restaurados fossem menores que 100 ( $R < 100$ ), significaria que a rigidez diminuiu em relação ao dente hígido para a mesma carga. O percentual da alteração na rigidez dos testes causada pelos tratamentos foi calculado

diminuindo-se o valor da rigidez relativa encontrada para cada tratamento do valor estabelecido para a rigidez relativa do dente hígido.

A deflexão das cúspides é simplesmente o inverso da rigidez relativa e calculada pela seguinte equação:

$$\text{Deflexão} = \frac{\text{Máximo strain na condição de teste}}{\text{Máximo strain no dente hígido}} \times 100$$

A deflexão, em  $\mu\epsilon$ , calculada para o dente hígido recebeu o valor de 100. Assim, se o valor do dente com preparo de classe II, remoção de dentina ou restaurado fosse maior que 100 ( $D > 100$ ), indicaria que a deflexão aumentou em relação à mesma carga quando o dente estava hígido.

O percentual da alteração na deflexão causada pelos tratamentos foi calculado diminuindo-se o valor da deflexão relativa estabelecido para o dente hígido do valor encontrado para a deflexão relativa do dente com preparo de classe II, remoção de dentina ou restaurado. As equações foram adaptadas de MORIN<sup>52</sup>, que considerou para o dente hígido um valor padrão 1 (uma unidade) e no presente trabalho o valor estabelecido para o dente hígido foi igual a 100 (cem unidades) para facilitar os cálculos e compreensão dos efeitos da deflexão e rigidez.

#### 6.2.15 Análise estatística dos dados

Os dados de rigidez e deflexão foram submetidos à análise de variância e às médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 0.05% de significância, e a resistência à fratura ao nível de 1 % de significância.

## **7 - RESULTADOS**

## RESULTADOS

### 7.1 -Rigidez relativa para os dentes dos grupos 4, 5 e 6.

Os dados originais em  $\mu\epsilon$  para os grupos 4, 5 e 6, utilizados nos cálculos da rigidez e deflexão, são listados nas Tabelas 4, 5 e 6 no Apêndice. A Tabela 7.1.1 apresenta as médias da rigidez relativa dos dentes hígidos, submetidos ao preparo cavitário de classe II, com remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal e com os materiais Ketac Bond, Vitremer e resina composta Z100 suportando o esmalte oclusal.

Tabela 7.1.1 - Médias da rigidez relativa para o dente hígido, quando submetido ao preparo cavitário, remoção de dentina e materiais restauradores.

GRUPOS	Rigidez relativa para dente hígido, preparo de classe II, remoção da dentina e após restauração suportando esmalte			
	Hígido	Classe II	Remoção	Restauração
4 - KETAC	100	64	51	59
5 - VITREMER	100	55	46	61
6 - Z100	100	61	53	84

Comparando os dados da Tabela 7.1.1 podemos verificar o efeito dos preparos cavitários e dos materiais restauradores na rigidez das cúspides dos dentes sob a carga pré-estabelecida. O tratamento que apresentou o menor valor numérico de rigidez em relação ao dente hígido foi a cavidade com remoção da dentina

suporte de esmalte. A melhor recuperação da rigidez perdida pela remoção da estrutura dentária foi obtida com o compósito Z100, seguidas dos ionômeros de vidro Vitremer e Ketac Bond.

A Tabela 7.1.2 apresenta o percentual da redução na rigidez em relação ao dente hígido, provocado pelo preparo cavitário e remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal, bem como, o percentual de recuperação da rigidez resultante do suporte do esmalte oclusal, com os ionômeros de vidro e a resina composta.

Tabela 7.1.2 - Percentual da redução na rigidez relativa causado pelo preparo cavitário, remoção da dentina e a recuperação da rigidez resultante do suporte do esmalte com os materiais restauradores em relação ao dente hígido

Grupos	Percentual de redução na rigidez causado pelo preparo cavitário em relação ao dente hígido		Recuperação da rigidez com o suporte do esmalte
	Classe II	Remoção de dentina	Restauração
4 - KETAC	36%	49%	16%
5 - VITREMER	45%	54%	27%
6 - Z100	39%	47%	65%

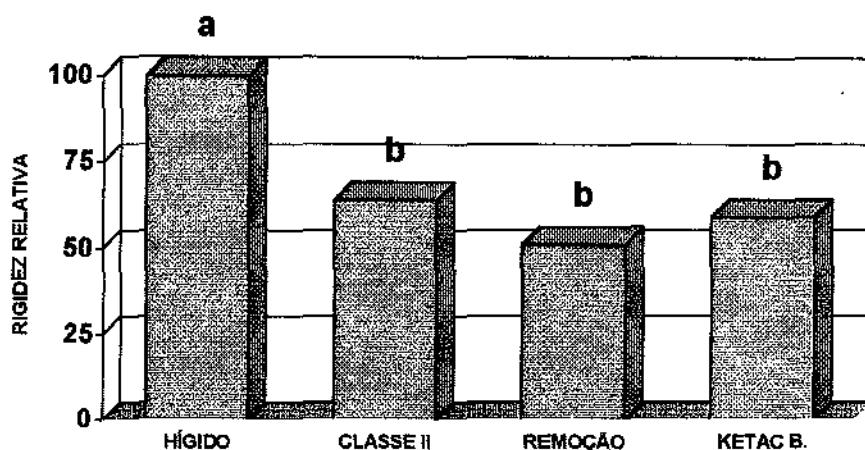
O tratamento que apresentou a maior redução na rigidez em relação ao dente hígido foi a cavidade com remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal, cerca de 47% a 54%.

O material que proporcionou o maior percentual de recuperação da rigidez dos dentes foi a resina composta Z100, recuperando 65%. O cimento de ionômero Vitremer recuperou 27%, e o Ketac Bond apenas 16% da rigidez perdida.

Os dados que originaram as médias da Tabela 7.1.1 são apresentados no Apêndice nas Tabelas 7, 8 e 9. Estes valores foram submetidos à análise de variância, (Quadros 1, 3 e 5, do Apêndice).

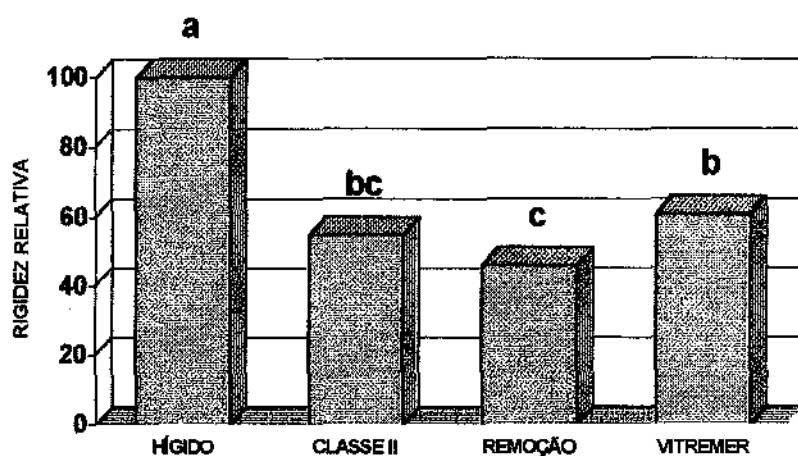
As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Quadros 2, 4 e 6, do Apêndice), para determinar quais eram as diferenças.

Os resultados da análise estatística são ilustrados sob forma de gráficos nas Figuras 7.1, 7.2 e 7.3



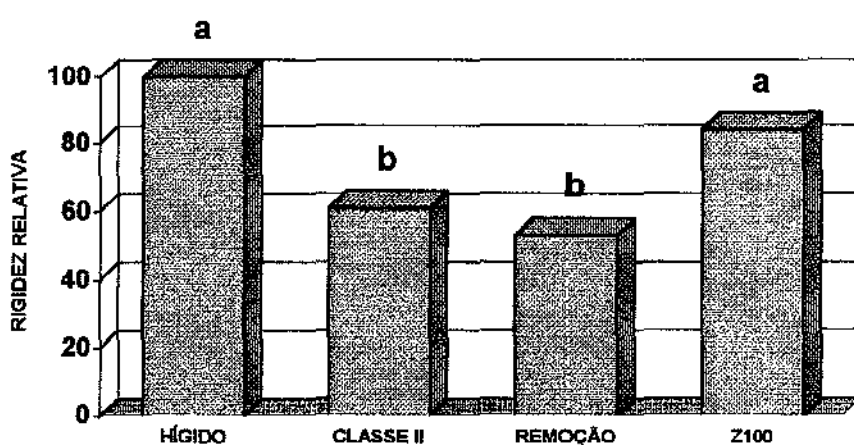
Barras seguidas de mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de significância  
DMS= 13.00166.

**Figura 7.1** - Gráfico da rigidez das cúspides dos dentes hígidos, alterados pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Ketac Bond



Barras seguidas de mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de significância  
DMS=13.91278

**Figura 7.2** - Gráfico da rigidez das cúspides dos dentes hígidos, alterados pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Vitremer



Barras seguidas de mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de significância  
DMS=17.25794

**Figura 7.3** - Gráfico da rigidez das cúspides dos dentes hígidos, alterados pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com a resina composta Z100

Em todos os grupos, a redução da rigidez dos dentes submetidos ao preparo de classe II foi estatisticamente significativa ( $p < 0.05$ ), em relação ao dente hígido, ou seja, provocou a diminuição da rigidez dos dentes. O mesmo aconteceu em relação à remoção da dentina, embora, esta não tenha diferido do preparo de classe II.

O suporte do esmalte com resina composta Z100 recuperou a rigidez do dente, não diferindo estatisticamente da rigidez do dente hígido. O mesmo não aconteceu com os ionômeros de vidro Ketac Bond e Vitremer, cujo percentual de rigidez não diferiu estatisticamente do preparo de classe dois. Com o Vitremer houve uma recuperação da rigidez estatisticamente significante em relação ao preparo não restaurado, o que não ocorreu com o Ketac Bond.

Observamos que a rigidez do dente com Vitremer suportando esmalte foi estatisticamente inferior ao do dente hígido. Porém, não foi demonstrada diferença estatística significativa quando a rigidez do dente com Ketac Bond foi comparada com a dos preparos de classe II com remoção da dentina. Entretanto, a rigidez do Ketac Bond foi estatisticamente inferior à rigidez dos dentes hígidos.



## 7.2 - Deflexão relativa para os grupos 4, 5 e 6

A Tabela 7.2.1 apresenta a média de deflexão relativa dos dentes hígidos, submetidos ao preparo cavitário, remoção de dentina e suporte de esmalte com aos materiais: Ketac Bond, Vitremer e a resina Z100. Os dados para cada dente de cada grupo da Tabela 7.2.1 é listada nas tabelas 10, 11 e 12, do Apêndice.

Tabela 7.2.1 - Médias da deflexão relativa para o dente hígido, quando submetido ao preparo cavitário, remoção de dentina e materiais restauradores.

GRUPOS	Deflexão relativa para o dente hígido, após preparo cavitário remoção de dentina e restauração suportando esmalte			
	Hígido	Classe II	Remoção/dent.	Restauração
4 - KETAC	100	160	199	177
5 - VITREMER	100	185	218	168
6 - Z100	100	168	196	124

Comparando os dados da Tabela 7.2.1 podemos verificar o efeito dos preparos cavitários e dos materiais restauradores na deflexão das cúspides dos dentes sob as cargas pré-estabelecidas. O tratamento que apresentou o maior valor numérico de deflexão em relação ao dente hígido foi a cavidade com remoção da dentina suporte do esmalte. A maior recuperação da deflexão das cúspides foi obtida com o compósito Z100, seguidas dos ionômeros de vidro Vitremer e Ketac Bond.

A Tabela 7.2.2 apresenta o percentual do aumento de deflexão em relação ao dente hígido provocado pelo preparo cavitário e remoção de dentina de suporte do esmalte oclusal, bem como, o percentual de redução da deflexão resultante do suporte de esmalte oclusal, com os ionômeros de vidro e resina composta.

Tabela 7.2.2 - Percentual do aumento da deflexão relativa causado pelo preparo cavitário, remoção de dentina e o percentual da redução da deflexão resultante do suporte de esmalte com os materiais restauradores Ketac Bond, Vitremer e Z100, em relação ao dente hígido.

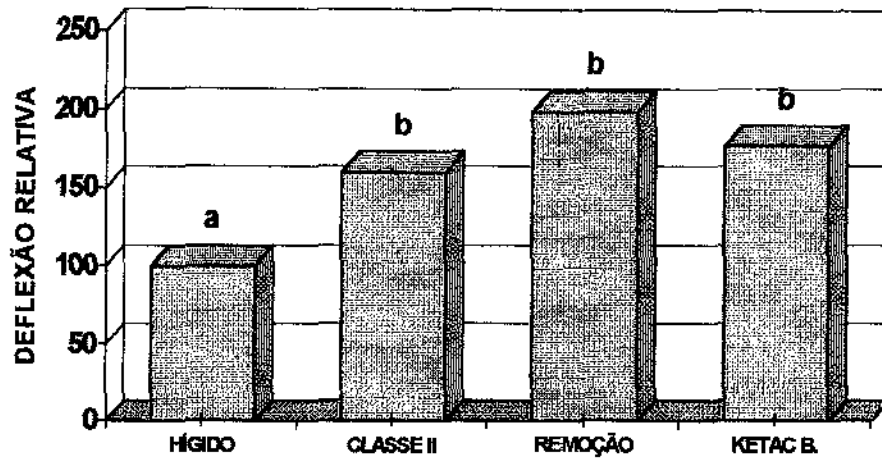
Grupos	Percentual do aumento da deflexão causado pelo preparo cavitário e remoção de dentina em relação ao dente hígido		Redução da deflexão pelo suporte de esmalte com os materiais
	Classe II	Remoção de dentina	restauração
4 - KETAC	60%	99%	22%
5 - VITREMER	85%	118%	42%
6 - Z100	68%	96%	75%

O tratamento que apresentou o maior percentual de aumento da deflexão em relação ao dente hígido foi a cavidade com remoção de dentina não restaurada, cerca de 96% a 118% e o preparo de classe II apresentou um percentual médio de aumento da deflexão na ordem de 60% a 85%.

O material que apresentou a maior recuperação na deflexão dos dentes foi a resina composta Z100, reduzindo a deflexão em torno de 75%. O ionômero Vitremer reduziu em 42% e o Ketac Bond, em apenas 22%.

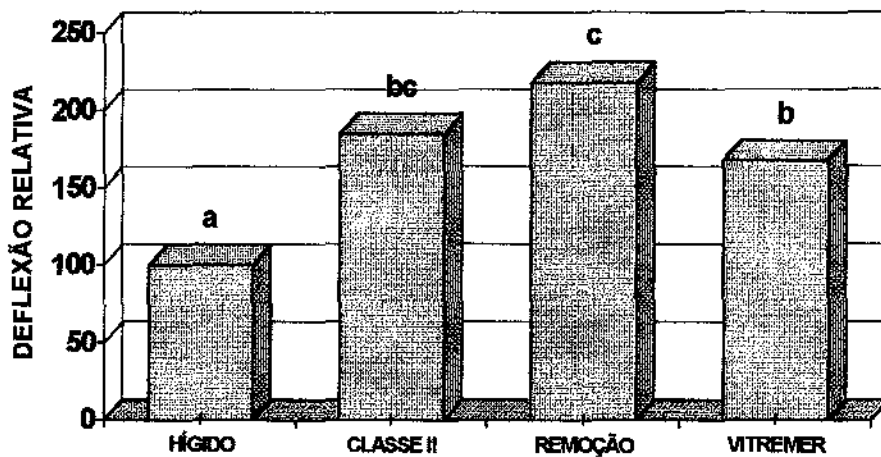
Os dados de deflexão que originaram as médias da Tabela 7.2.1 são listados no Apêndice, nas Tabelas 10, 11 e 12. Estes foram submetidos à análise de variância, (Quadros 7, 9 e 11, do Apêndice).

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% para determinar quais diferiram. Os resultados são ilustrados sob a forma de gráficos nas Figuras 7.4, 7.5 e 7.6



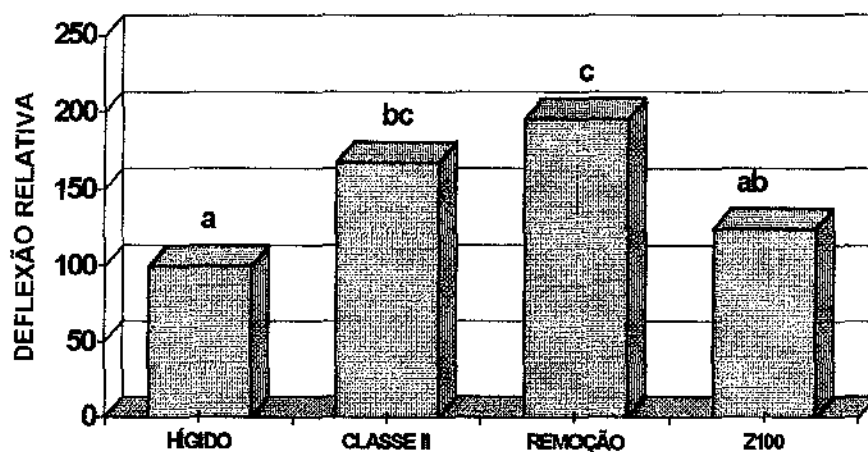
Barras seguidas da mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade  
DMS =43.30270

**Figura 7.4** - Gráfico da deflexão das cúspides dos dentes hígidos, alterada pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Ketac Bond.



Barras seguidas da mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade  
DMS =43.67327

**Figura 7.5** - Gráfico da deflexão das cúspides dos dentes hígidos, alterada pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Vitremer.



Barras seguidas da mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de significância  
DMS= 46.69847

**Figura 7.6** - Gráfico da deflexão das cúspides dos dentes hígidos, alterada pelo preparo cavitário de classe II, remoção da dentina e suporte do esmalte com Z100

O aumento da deflexão dos dentes submetidos ao preparo de classe II e com remoção de dentina, em relação ao dente hígido foi estatisticamente significativo ao nível de 5% , ou seja, o preparo cavitário provocou invariavelmente o aumento da deflexão dos dentes.

O suporte do esmalte com resina composta Z100 diminuiu a deflexão do dente, em relação ao preparo cavitário com remoção de dentina, com significância estatística ao nível de 5%, não diferindo do dente hígido e com o preparo de classe II.

O cimento de ionômero de vidro Vitremer diminuiu a deflexão dos dentes em relação ao preparo com remoção da dentina, com percentual estatisticamente significativo. A diminuição da deflexão promovida pelo Vitremer não conseguiu atingir os valores da deflexão do dente hígido. No entanto, esta deflexão não diferiu estatisticamente da deflexão observada no preparo de classe II.

Já o Ketac Bond, suportando esmalte, não mostrou diferença estatística na deflexão dos tratamentos de classe II e remoção de dentina. No entanto, a deflexão foi maior que a do dente hígido e esta diferença foi estatisticamente significativa.

### 7.3 - Teste de resistência à fratura

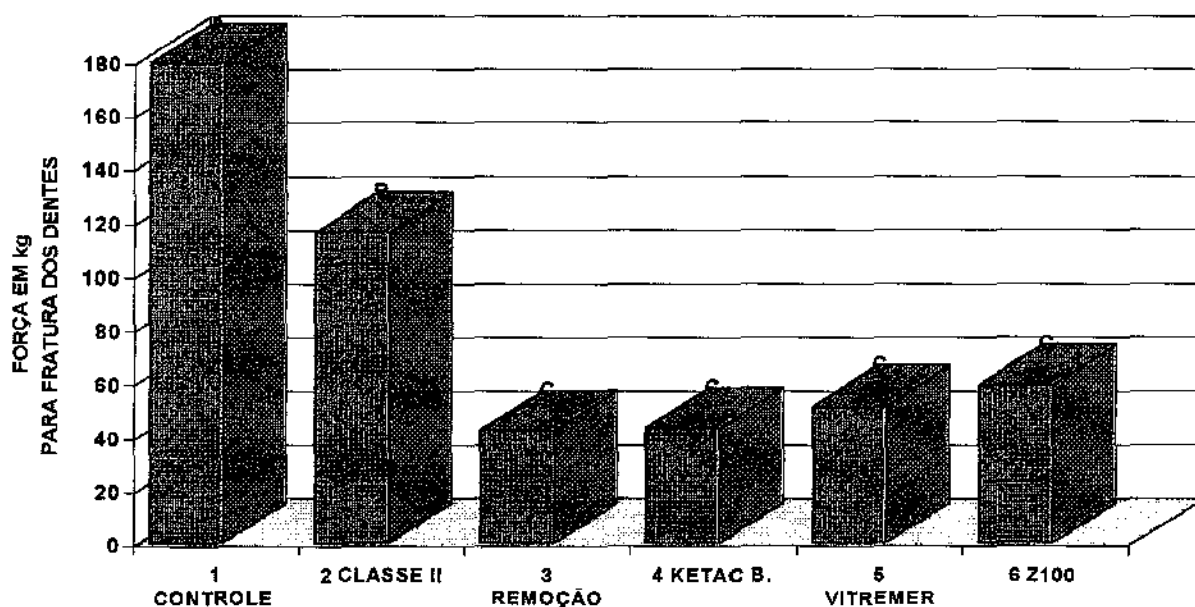
A Tabela 7.3.1 apresenta os valores médios dos carregamentos requeridos para a fratura dos dentes e os valores individuais são apresentados na Tabela 13, do Apêndice.

Tabela 7.3.1 - Médias da resistência à fratura dos dentes, em kgf.

	1	2	3	4	5	6
<b>GRUPOS</b>	<b>Controle (hígido)</b>	<b>Classe II</b>	<b>Remoção Dentina</b>	<b>Ketac Bond</b>	<b>Vitremer</b>	<b>Z100</b>
<b>Médias</b>	<b>179.71</b>	<b>116.14</b>	<b>42.14</b>	<b>43.0</b>	<b>51.71</b>	<b>59.57</b>

A Tabela 7.3.1 apresenta as médias da resistência à fratura para o grupo controle, classe II, classe II com remoção da dentina e classe II com suporte do esmalte pelos ionômeros de vidro ou resina composta mais amálgama.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Quadro 14, do Apêndice), e as médias comparadas pelo Teste de Tukey (Quadro 15 do apêndice). Os resultados da análise estatística são apresentados sob a forma de gráfico na Figura 7.7.



Barras com letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de significância D.M.S.= 30.25055

Figura 7.7 - Gráfico das médias da resistência à fratura dos dentes.

De acordo com os resultados da análise estatística mostrados na Figura 7.7, os dentes hígidos foram estatisticamente mais resistentes que os dentes dos demais

dos demais grupos. A remoção do tecido dentário causada pelo preparo classe II, diminuiu a resistência à fratura do dente, diferindo estatisticamente do dente hígido, a nível de 1% de significância. Da mesma forma, a remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal causou uma redução na resistência à fratura do dente, estatisticamente significativa a nível de 1%.

A resina composta Z100 e os ionômeros de vidro Ketac Bond e Vitremer, não foram capazes de devolver a resistência à fratura que o dente apresentava quando com preparo de classe II.

#### 7.4 - Resultados da avaliação da fratura do esmalte oclusal

A Tabela 7.4.1 apresenta os dados da análise da fratura do esmalte oclusal dos dentes submetidos ao ensaio de resistência à fratura.

Foram observadas fraturas paralelas (Figuras 7.8a e 7.8b), e fraturas perpendiculares aos prismas de esmalte (Figuras 7.8c e 7.8 d).

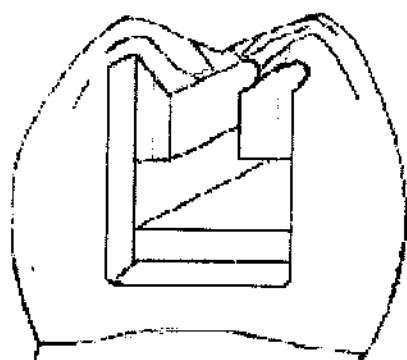
Tabela 7.4.1 - Padrão de fratura do esmalte oclusal

Grupos	1 Controle (hígido)		2 Classe II		3 Remoção Dentina		4 Ketac Bond		5 Vitremer		6 Z100	
	Cúspide V	Cúspide L	Cúspide V	Cúspide L	Cúspide V	Cúspide L	Cúspide V	Cúspide L	Cúspide V	Cúspide L	Cúspide V	Cúspide L
1	C	C	C	C	.	T	.	.	.	.	.	.
2	.	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	C
3	.	C	C	C	T	T	.	.	.	T	.	C
4	C	C	C	C	T	.	.	.	.	.	.	.
5	.	C	C	C	T	.	.	C	.	C	.	.
6	.	.	C	C	T	T	.	.	.	.	.	.
7	C	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	C

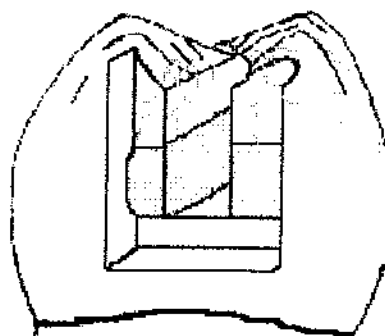
**C - Fratura perpendicular aos prismas de esmalte**

**T - Fratura paralela ao prismas de esmalte**

**.** - Não houve fratura do esmalte oclusal.



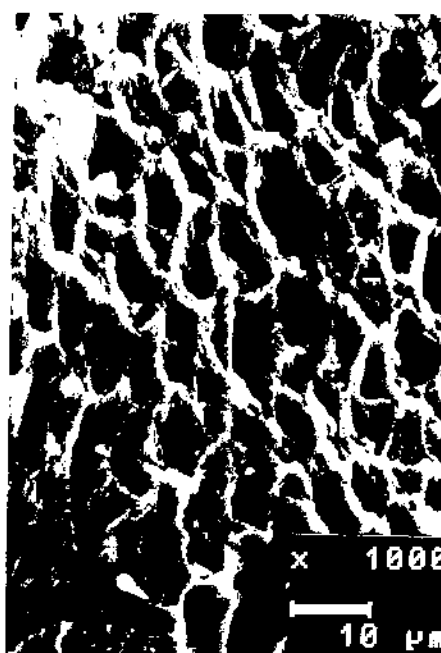
(a) - Fratura  
paralela aos prismas de esmalte



(c) - Fratura  
transversal aos prismas de esmalte



(b) - Linha de fratura paralela aos  
prismas de esmalte



(d) Linha de fratura perpendicular  
aos prismas de esmalte

Figura 7.8 - Desenho esquemático e fotomicrografias do padrão de fratura do esmalte oclusal

- (a) - fratura macroscópica.
- (b) - fratura observada em microscopia eletrônica de varredura.
- (c) - fratura macroscópica.
- (d) - fratura observada em microscopia eletrônica de varredura.

Comparando os dados obtidos (Tabela 7.4.1) nos grupos podemos verificar o efeito da remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal, assim como o efeito dos materiais de suporte no padrão de fratura do esmalte oclusal.

No grupo controle, 6 dos 7 dentes apresentaram fratura do esmalte oclusal (85%) e todas as fraturas foram perpendiculares aos prismas de esmalte. Todos os dentes com preparo de classe II (100%) apresentaram fratura do esmalte oclusal e a fratura também foi perpendicular aos prismas de esmalte. No entanto, quando os dentes com esmalte oclusal sem suporte da dentina foram submetidos ao teste de resistência à fratura, 5 dos 7 (71%) apresentaram fratura paralela aos prismas de esmalte.

Os dentes com suporte de esmalte apresentaram os menores percentuais de fratura do esmalte oclusal. Com Ketac Bond suportando esmalte, ocorreu apenas uma fratura do esmalte oclusal (perpendicular); com Vitremer apenas 2 fraturas (uma perpendicular e outra paralela). No entanto, para a resina composta Z100 ocorreram três fraturas, todas perpendiculares.



## **8 - DISCUSSÃO**

## DISCUSSÃO

Podemos observar na Tabela 7.1.1 e nas Figuras 7.1, 7.2, e 7.3 que os procedimentos de preparo da cavidade de classe II MO e remoção da dentina de suporte oclusal diminuíram progressivamente os valores de rigidez dos dentes quando comparados com os valores obtidos para o dente hígido.

A confecção do preparo cavitário de classe II reduziu a rigidez relativa do dente hígido, com diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%. Tal redução deve-se, provavelmente, ao rompimento da crista marginal combinada com a remoção do esmalte e dentina da porção oclusal. O esmalte apresenta características anisotrópicas, resultando numa cobertura rígida protetora da superfície, em função de divergir simultaneamente as cargas para longe das áreas de baixa resistência, reduzindo o potencial de fratura do dente<sup>65</sup>. Além disso, quando o dente está hígido a distribuição das tensões de tração na dentina, ocorre de maneira homogênea<sup>39</sup>. No entanto, o preparo cavitário concentra as tensões de tração no assoalho e no ângulo formado com as paredes vestibular ou lingual, podendo propagar microtrincas<sup>2, 27</sup>, e causar danos nos tecidos frágeis como o esmalte e dentina, facilitando a fratura<sup>58</sup>.

A redução na rigidez pelo preparo da cavidade foi em média 40% (Tabela 7.1.2.). Este resultado mostrou-se semelhante ao encontrado por REEH et al.<sup>59</sup>, que obteve 46% de redução na rigidez, com a remoção de duas superfícies do dente.

Por outro lado, a remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal da cavidade de classe II diminuiu em mais 10% a rigidez do dente. Este acréscimo no percentual de redução, deve-se ao volume de dentina removida para solapar as

cúspides e também pela maior resiliência da dentina encontrada acima da câmara pulpar<sup>27</sup>. No entanto, esta redução na rigidez não foi estatisticamente significativa quando comparada com os valores obtidos para o preparo de classe II, embora, permanecesse estatisticamente diferente do dente hígido.

A diminuição da rigidez tem um significado clínico muito importante, pois a rigidez também é considerada uma medida de resistência<sup>59</sup>. Assim, a diminuição da rigidez leva ao aumento da deflexão das cúspides, que resulta em efeitos deletérios, pois pode aumentar a fadiga das estruturas do dente pela concentração de tensões especialmente de tração, ocasionando a propagação de microtrincas<sup>27</sup>, que levam a cúspide à fratura mais rapidamente<sup>58</sup>.

Por outro lado, o suporte de esmalte com a resina composta Z100 recuperou a rigidez do dente restaurado, a ponto de não diferir estatisticamente do dente hígido (Figura 7.3). A diferença entre a rigidez do dente hígido e com resina suportando esmalte foi 16% (Tabela 7.1.1). Este fato pode ser atribuído à combinação das propriedades físicas da resina, (módulo de elasticidade e resistência coesiva) e principalmente ao sucesso da união da resina composta com as paredes do preparo cavitário<sup>10,11,23</sup>, fazendo a cúspide responder aos esforços como um bloco único, aumentando a rigidez.

Em função de não existir na literatura relatos sobre a rigidez das cúspides com a resina suportando esmalte, os resultados são comparados com estudos onde preparos convencionais foram restaurados com resina. Uma das vantagens de não remover o esmalte sem apoio de dentina, é ter grande quantidade disponível para a união com a resina, que segundo PHILLIPS<sup>55</sup>, está em torno de 22 MPa. O fato de se utilizar agente de união à dentina também contribui para aumentar

a rigidez<sup>16,18,64</sup>. Além disso, HOLTAN et al.<sup>30</sup>, verificaram que o sistema de união à dentina utilizado no presente trabalho é capaz de produzir uma união com a dentina de até 15 MPa. MORIN et al.<sup>53</sup>, também consideram que a melhora nas propriedades das resinas seriam as responsáveis pelo fato do dente restaurado com resina não diferir estatisticamente do dente hígido, o que também foi corroborado por JAGADISH et al.<sup>35</sup> e HOOD<sup>32</sup>.

Clinicamente a recuperação da rigidez é muito importante, pois contribui para a diminuição da deflexão das cúspides, podendo diminuir a fadiga das estruturas remanescente do dente, reforçando-o como um todo. No entanto, apesar do ionômero de vidro Vitremer suportando esmalte ter aumentado a rigidez em relação ao preparo não restaurado, e igualando-se ao preparo de classe II, não conseguiu alcançar a rigidez do dente hígido (Figura 7.2). O aumento na rigidez proporcionado pelo Vitremer corresponde a 27% da rigidez perdida com o preparo cavitário sem suporte de dentina (Tabela 7.1.2). Este menor percentual no aumento da rigidez em relação à obtida com a resina composta ocorreu, provavelmente, pela menor resistência de união entre Vitremer e estruturas do dente que, segundo o fabricante, está em torno de 4 MPa para a dentina e 5 MPa para o esmalte, o que resulta em menor potencial de reforço<sup>17,18,30,42,52</sup>.

O ionômero de vidro Ketac Bond não demonstrou aumentar estatisticamente a rigidez do dente quando utilizado como suporte do esmalte, apesar de ter apresentado uma recuperação de 16% da rigidez perdida com a remoção de dentina. Este menor percentual no aumento da rigidez em relação à obtida com a resina composta e com o ionômero de vidro Vitremer, ocorreu

provavelmente, devido à sua composição, que não apresenta um componente resinoso e à sua menor resistência coesiva<sup>17</sup>.

A deflexão relativa é simplesmente o inverso da rigidez relativa e, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 7.2.1 e Figuras 7.4, 7.5 e 7.6, a remoção da estrutura dentária aumentou claramente a deflexão das cúspides. O preparo cavitário de classe II provocou um aumento estatisticamente significativo a nível de 5% na deflexão em relação ao dente hígido, em todos os grupos. Os percentuais no aumento da deflexão com os preparos de classe II variaram de 60% a 85% (Tabela 7.1.2). Da mesma forma, a remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal nos preparos classe II, aumentou o valor da deflexão em relação ao dente hígido (33%), porém, não diferiu estatisticamente do preparo de classe II, diferindo estatisticamente do dente hígido. Estes resultados estão de acordo com os encontrados na literatura, os quais demonstram o mesmo comportamento em relação à remoção de estrutura dentária, ou seja, o aumento das dimensões do preparo cavitário, aumenta a deflexão do dente sob a mesma carga oclusal<sup>14,15,28,46,52,53,59</sup>. Este aumento na deflexão após o preparo cavitário está relacionado com a remoção da estrutura dentária que leva à diminuição da rigidez das cúspides (Tabela 7.2.2), assim como, pela redução do volume da cúspide, provocada pelo preparo cavitário, como demonstrado por HOOD<sup>32</sup>.

Segundo HOOD<sup>32</sup>, a deflexão da cúspide pode ser calculada segundo a seguinte fórmula:  $D = L^3 F / 3 E I$  onde,  $D$ = deflexão,  $L$ = altura da cúspide,  $F$ = força utilizada,  $E$ = módulo elástico,  $I$ = momento de inércia da cúspide. O momento de inércia é,  $I = b t^3 / 64$  onde  $I$ = momento de Inércia da cúspide,  $b$ = largura méso-distal da cúspide, e  $t$ = a largura vestibulo-lingual da cúspide. Ou seja,

se a espessura da cúspide no sentido vestibulo-lingual for reduzida pela metade pelo preparo cavitário, a deflexão da cúspide aumenta 8 vezes. Este aumento na deflexão pode fadigar mais rapidamente a estrutura levando à fratura.

Os resultados da deflexão das cúspides, com esmalte oclusal suportado por resina composta (Figura 7.6), mostram uma diminuição estatisticamente significativa ao nível de 5%, em relação ao dente com o mesmo preparo, não restaurado. O percentual dessa recuperação foi 72% (tabela 7.2.2) e não diferiu estatisticamente da deflexão do dente hígido. Esta recuperação pode ser atribuída à grande quantidade de esmalte, além da utilização do agente de união à dentina<sup>53</sup> e à resistência coesiva<sup>37</sup>. A união da resina composta com as paredes do preparo cavitário pode resultar numa força de união de 15 MPa na dentina<sup>31</sup>, fazendo com que a cúspide responda às cargas como um bloco único aumentando a rigidez

Estas observações estão de acordo com os relatos de VAN NOORT & NORTHEAST<sup>68</sup>, onde as restaurações de resina permitem maior distribuição das tensões através da coroa dos dentes, diminuindo a deflexão das cúspides sob cargas oclusais, reduzindo o risco de fratura. BELL et al.<sup>2</sup> demonstrou que a fratura dos dentes ocorre devido à fadiga das estruturas dentárias, causada pela deflexão das cúspides sob carregamentos repetidos. O suporte do esmalte com a resina diminuiu a extensão do preparo oclusal, assim como diminuiu a deflexão das cúspides para valores que não diferem do dente hígido.

No entanto, o ionômero de vidro Vitremer suportando esmalte diminuiu estatisticamente a deflexão da cúspide em relação ao preparo com remoção

de dentina, igualando-se ao preparo de classe II, mas não a ponto de igualar-se ao hígido (Figura 7.5)

Este menor percentual na redução da deflexão do Vitremer (42%), em relação à obtida com a resina composta (75%) deve-se, provavelmente, à menor resistência de união do Vitremer com as estruturas do dente.

O ionômero de vidro Ketac Bond não demonstrou diminuir significativamente a deflexão do dente, quando utilizado suportando esmalte apesar de ter apresentado redução 22% no percentual de deflexão em relação ao dente não restaurado (Tabela 7.2.2). Este menor percentual na redução da deflexão em relação à obtida com a resina composta e com o ionômero de vidro Vitremer deve-se, provavelmente, à sua composição, o que resulta em menor resistência coesiva, além de apresentar uma menor resistência de união com as estruturas do dente, resultando um menor potencial de reforço, e por consequência de diminuir a deflexão.

Segundo os resultados da rigidez e deflexão das cúspides, quando a resina composta e o ionômero de vidro fotopolimerizável foram utilizados suportando esmalte, podemos sugerir que a resina composta, e o ionômero de vidro fotopolimerizáveis, nesta ordem, são eficientes na redução da deflexão das cúspides bem como no aumento da rigidez suportando esmalte sem apoio de dentina.

Com relação aos resultados de resistência à fratura, Figura 7.7, os dentes hígidos, fraturaram com uma carga média de 179 Kg, estatisticamente superior ao nível de 1%, quando comparado com os demais grupos. A remoção de tecido dentário no preparo de classe II, diminuiu a resistência à fratura do dente, para uma média de 116 Kg. Esta redução na resistência está de acordo com os

resultados encontrados por VALE<sup>67</sup>, MONDELLI et al.<sup>51</sup>, LARSON et al.<sup>41</sup>, BLASER et al.<sup>5</sup>, LANDY & SIMONSEN<sup>40</sup>, MISHEL et al.<sup>49</sup>, OLIVEIRA et al.<sup>54</sup>. A redução da resistência à fratura está relacionada com o decréscimo das propriedades físicas das cúspides do dente, causadas pela quebra da integridade com a remoção de estruturas dentárias, como fica evidente nas Tabelas 7.1.1 e 7.2.1 e nas Figuras 7.1 e 7.4. Da mesma forma, a remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal determinou uma redução na resistência à fratura, que ficou em torno de 42 kg.

Apesar de constatado um aumento estatisticamente significativo na rigidez das cúspides com suporte de esmalte pela resina composta Z100 isso representou um aumento de (17kg) na resistência a fratura, para o ionômero de vidro Vitremer o aumento na rigidez representou apenas (9kg) na resistência a fratura este aumento não foi suficiente para devolver a resistência à fratura que o dente apresentava quando o esmalte era suportado por dentina (Figura 7.7). Podemos constatar que a resina e o ionômero de vidro fotopolimerizável não aumentaram estatisticamente a resistência à fratura do dente. Provavelmente, isso ocorreu pelo fato dos materiais que suportam o esmalte não serem colocados de maneira a unir as duas cúspides, diferindo dos trabalhos de LANDY & SIMONSEN<sup>40</sup>, EAKLE<sup>18,17</sup>, onde a resina preenchendo todo o preparo cavitário unia as cúspides devolveu a resistência ao dente a ponto de não diferir do dente hígido. Nos trabalhos de McCULLOCK & SMITH<sup>44</sup>, JAGADISH & YOGESH<sup>35</sup>, o ionômero restaurando toda a cavidade também recuperou a resistência do dente significativamente. O ionômero Ketac Bond, assim como não demonstrou recuperação da rigidez perdida pelo preparo cavitário, não aumentou a resistência à



fratura dos dentes pelos mesmos motivos já citados em relação à rigidez. Este resultado está de acordo com EAKLE<sup>17</sup>, que constatou que a união com a estrutura dentária é obtida, mas os cimentos são fracos sob tração, freqüentemente produzindo falhas coesivas antes da falha adesiva.

Apesar do mecanismo de fratura dos dentes estar relacionado com a fadiga, causada por cargas dentro de limites fisiológicos<sup>2</sup> e o teste de resistência à fratura utilizar forças muitas vezes fora do limite fisiológico da mastigação, ele nos fornece informações importantes, salientando o efeito deletério do preparo cavitário na resistência dos dentes.

Com relação aos resultados da avaliação da fratura do esmalte oclusal, observados na tabela 7.4.1, fica claro que, o preparo cavitário de classe II, a remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal, e os materiais restauradores suportando esmalte modificaram o padrão de fratura do esmalte oclusal.

Assim, quando os dentes hígidos foram submetidos ao teste de resistência à fratura, 6 dos 7 dentes (85%) apresentaram fratura transversal aos prismas de esmalte oclusal. O mesmo tipo de fratura foi encontrado em uma taxa de 100% para o dentes com cavidades de classe II. Esses dois grupos foram os que apresentaram o maior número de áreas de fratura do esmalte oclusal. Esse alto índice de fratura do esmalte oclusal e o tipo de fratura, estão relacionados com as altas cargas necessárias para a fratura do dente hígido, (179 kg) e para o dente com preparo classe II (116 Kg). Apesar, de suportar forças para fratura estatisticamente maiores, os dentes hígidos apresentaram menos áreas de esmalte oclusal com fratura em relação ao preparo de classe II. Além disso, a linha de fratura ocorreu no terço oclusal para 4 dos 7 dentes hígidos, a partir do ponto de aplicação da carga em

direção à vestibular resultando uma fratura menos severa. A diferença do dente hígido quanto à capacidade de suportar cargas maiores e produzir linhas de fratura menos severas que o preparo de classe II, deve-se à melhor distribuição das tensões no dente hígido<sup>2,22,27,61,65</sup>.

Quando o esmalte oclusal foi submetido ao teste de resistência à fratura sem suporte de dentina ou material restaurador, o padrão de fratura foi totalmente diferente do dente hígido ou do preparo de classe II, isto é, todas as fraturas do esmalte foram paralelas ao prismas de esmalte (Figura 5.8 a e b). A fratura paralela aos prismas de esmalte requer  $0,13 \times 10^2 \text{ J/m}^2$ , aproximadamente 15 vezes menos energia, do que uma fratura transversal aos prismas de esmalte<sup>58</sup>. O comportamento diferente na resistência em relação à direção da aplicação da carga deve-se ao fato do esmalte apresentar um comportamento anisotrópico em relação à resistência à fratura. O esmalte sem suporte, fraturou com uma carga de 42 kg, estatisticamente inferior à carga de 116 kg necessária para fraturar o esmalte com suporte de dentina (Figura 7.7).

Os materiais usados como suporte diminuíram o índice de fratura do esmalte sem apoio, pois a fratura das cúspides ocorreram antes da fratura do esmalte suportado.

Apesar do ionômero de vidro Ketac Bond não ter influenciado significativamente a rigidez ou deflexão das cúspides restauradas (Figuras 7.1 e 5.4), o ionômero Ketac Bond manteve o esmalte sem apoio de dentina suportando uma carga média de 43 kg. Foi constatada apenas 1 fratura perpendicular do esmalte entre os 7 dentes do grupo (Tabela 7.4.1).

Este resultado pode, de certa forma, estar relacionado com os relatados por FASBINDER et al.<sup>24</sup>, que estudando cristas marginais em preparo tipo túnel, constataram que o ionômero de vidro reforçou a crista marginal. Além disso, ZANKNER et al.<sup>70</sup>, porém, em um estudo clínico de 1 ano, também encontraram um índice reduzido de 4,2% de fratura de cristas marginais suportadas por ionômero. E sua utilização também é indicada por apresentar potencial anti-cariogênico<sup>3,47,50,63,66</sup>.

O Vitremer, também diminuiu a fratura do esmalte oclusal em relação ao esmalte sem suporte, porém, foram encontradas duas fraturas do esmalte oclusal, uma fratura paralela e outra transversal. É interessante salientar que, a linha de fratura transversal aos prismas de esmalte predominou no dente hígido e na cavidade de classe II (Figura 7.8 c e d.), onde o esmalte é suportado por dentina que distribui homogeneamente as tensões.

Com a resina Z100 suportando esmalte, ocorreram 3 fraturas do esmalte oclusal (Tabela 7.4.1). No entanto, todas as três fraturas foram transversais aos prismas, como relatadas para o dente hígido e no terço oclusal. Isto poderia estar relacionado com o aumento estatisticamente significativo da rigidez das cúspides suportada por resina (Figura 7.3), pois DE LUCA et al.<sup>12</sup> verificaram que o esmalte alcançou alto grau de resistência à compressão, quando suportado por resina composta e EHRNFORD & FRANSSON<sup>20</sup> mostraram que a resistência aumentou quando as cristas marginais em pré-molares foram reforçadas por resina composta.

De maneira geral, os preparos cavitários diminuíram significativamente a resistência e rigidez, assim como aumentaram a deflexão das cúspides dos dentes. E o suporte de esmalte com a resina composta apresentou bom

desempenho na manutenção do esmalte, além de diminuir significativamente a deflexão e aumentar a rigidez das cúspides.

Pelos exposto, acreditamos então que, clinicamente há boas razões para preservarmos o esmalte oclusal sem apoio de dentina e suportá-lo com resina composta.

## **7 - CONCLUSÕES**

## 7 - CONCLUSÕES

De acordo com as análises dos resultados obtidos concluímos que:

- A resina composta suportando esmalte recuperou 65% da rigidez perdida devido à remoção de estrutura dentária e diminuiu a deflexão das cúspides restauradas em 75%, não diferindo estatisticamente do dente hígido.
- O ionômero de vidro fotopolimerizável suportando esmalte recuperou 27% da rigidez perdida pelo preparo cavitário, diferindo do preparo cavitário não restaurado, porém não diferindo do esmalte suportado por dentina.
- O ionômero fotopolimerizável suportando esmalte diminuiu a deflexão em 42%, diferindo do preparo cavitário não restaurado, porém não diferiu do esmalte suportado por dentina.
- O ionômero convencional não aumentou a rigidez, nem diminuiu a deflexão causada pela remoção de estrutura dentária.
- A resina composta e os ionômeros de vidro suportando esmalte não aumentaram estatisticamente a resistência à fratura das cúspides restauradas.
- Os materiais resina composta, ionômero de vidro convencional e fotopolimerizável aumentaram a resistência à fratura do esmalte suportado artificialmente.

**8 - APÊNDICE**

Tabela 1- Valores individuais carga/deformação em  $\mu\epsilon$  obtidas nas cúspides

vestibular e lingual, para os dentes 1 e 2 do Grupo 4.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		KETAC	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 01								
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	35,0	35,0	49,0	49,0	72,0	71,0	50,0	49,0
Kg 6	68,0	67,0	98,0	99,0	152,0	150,0	117,0	117,0
Kg 9	102,0	101,0	145,0	139,0	236,0	230,0	184,0	184,0
Kg 12	134,0	135,0	201,0	189,0	324,0	307,0	255,0	256,0
Kg 9	114,0	113,0	178,0	167,0	284,0	274,0	226,0	223,0
Kg 6	85,0	83,0	132,0	124,0	210,0	194,0	161,0	158,0
Kg 3	48,0	46,0	72,0	62,0	122,0	104,0	80,0	83,0
Kg 0	14,0	10,0	19,0	16,0	24,0	24,0	18,0	23,0
Dente 01	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	37,0	38,0	53,0	53,0	62,0	62,0	26,0	25,0
Kg 6	72,0	73,0	101,0	107,0	125,0	124,0	115,0	117,0
Kg 9	107,0	108,0	160,0	153,0	196,0	191,0	172,0	173,0
Kg 12	145,0	143,0	199,0	212,0	246,0	250,0	230,0	231,0
Kg 9	120,0	120,0	180,0	180,0	230,0	230,0	210,0	208,0
Kg 6	86,0	87,0	138,0	138,0	164,0	163,0	149,0	147,0
Kg 3	46,0	47,0	72,0	72,0	90,0	91,0	77,0	74,0
Kg 0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	6,0	2,0	4,0
Dente 02	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	42,0	46,0	66,0	59,0	78,0	74,0	82,0	80,0
Kg 6	91,0	99,0	156,0	134,0	160,0	152,0	161,0	162,0
Kg 9	142,0	152,0	218,0	218,0	241,0	235,0	240,0	240,0
Kg 12	195,0	200,0	283,0	267,0	333,0	323,0	316,0	316,0
Kg 9	167,0	168,0	232,0	243,0	290,0	283,0	270,0	266,0
Kg 6	119,0	122,0	166,0	167,0	208,0	202,0	207,0	205,0
Kg 3	84,0	82,0	120,0	125,0	123,0	125,0	117,0	116,0
Kg 0	14,0	7,0	14,0	13,0	16,0	18,0	17,0	11,0
Dente 02	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	18,0	19,0	26,0	26,0	48,0	49,0	23,0	25,0
Kg 6	29,0	29,0	53,0	54,0	89,0	98,0	48,0	52,0
Kg 9	47,0	54,0	81,0	82,0	157,0	157,0	73,0	79,0
Kg 12	62,0	71,0	111,0	110,0	210,0	213,0	99,0	102,0
Kg 9	58,0	57,0	98,0	98,0	183,0	187,0	91,0	90,0
Kg 6	45,0	49,0	70,0	72,0	131,0	132,0	70,0	72,0
Kg 3	18,0	16,0	31,0	30,0	48,0	46,0	40,0	38,0
Kg 0	2,0	1,0	2,0	3,0	6,0	8,0	2,0	3,0



Tabela 1 - (continuação) para os dentes 3 e 4 do Grupo 4.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		KETAC	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 03	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	36,0	35,0	49,0	50,0	64,0	67,0	62,0	59,0
Kg 6	71,0	71,0	120,0	119,0	153,0	152,0	142,0	138,0
Kg 9	106,0	107,0	198,0	192,0	233,0	231,0	219,0	215,0
Kg 12	142,0	141,0	250,0	251,0	304,0	291,0	320,0	318,0
Kg 9	112,0	110,0	208,0	201,0	263,0	252,0	260,0	266,0
Kg 6	76,0	74,0	178,0	177,0	176,0	168,0	171,0	170,0
Kg 3	38,0	39,0	95,0	93,0	83,0	79,0	76,0	75,0
Kg 0	2,0	3,0	5,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0
Dente 03	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	36,0	38,0	42,0	41,0	91,0	89,0	87,0	83,0
Kg 6	75,0	76,0	80,0	83,0	178,0	175,0	164,0	164,0
Kg 9	112,0	114,0	120,0	123,0	256,0	258,0	234,0	236,0
Kg 12	149,0	149,0	160,0	171,0	321,0	324,0	308,0	316,0
Kg 9	119,0	119,0	132,0	135,0	276,0	274,0	256,0	254,0
Kg 6	81,0	81,0	90,0	91,0	200,0	196,0	176,0	174,0
Kg 3	43,0	41,0	50,0	54,0	110,0	105,0	94,0	93,0
Kg 0	1,0	3,0	2,0	5,0	3,0	6,0	6,0	10,0
Dente 04	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	18,0	19,0	51,0	51,0	63,0	60,0	46,0	43,0
Kg 6	39,0	40,0	106,0	72,0	122,0	121,0	107,0	105,0
Kg 9	60,0	61,0	163,0	128,0	167,0	165,0	178,0	175,0
Kg 12	83,0	83,0	217,0	188,0	229,0	229,0	245,0	242,0
Kg 9	71,0	72,0	201,0	174,0	208,0	208,0	221,0	228,0
Kg 6	51,0	52,0	148,0	116,0	140,0	140,0	163,0	165,0
Kg 3	26,0	27,0	76,0	51,0	68,0	66,0	80,0	80,0
Kg 0	2,0	1,0	4,0	3,0	3,0	4,0	5,0	5,0
Dente 04	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	51,0	51,0	106,0	106,0	110,0	110,0	82,0	82,0
Kg 6	103,0	107,0	203,0	207,0	222,0	221,0	196,0	195,0
Kg 9	151,0	159,0	310,0	310,0	332,0	335,0	321,0	320,0
Kg 12	202,0	201,0	402,0	403,0	446,0	445,0	428,0	428,0
Kg 9	164,0	169,0	382,0	391,0	401,0	398,0	384,0	384,0
Kg 6	111,0	115,0	287,0	288,0	301,0	302,0	287,0	286,0
Kg 3	54,0	58,0	144,0	160,0	162,0	170,0	146,0	143,0
Kg 0	8,0	7,0	18,0	17,0	20,0	18,0	18,0	19,0

Tabela 1- (continuação) , para os dentes 5 e 6 do Grupo 4.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		KETAC	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 05								
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	48,0	47,0	53,0	54,0	60,0	64,0	53,0	51,0
Kg 6	91,0	91,0	95,0	96,0	134,0	139,0	97,0	95,0
Kg 9	138,0	137,0	140,0	142,0	212,0	205,0	143,0	142,0
Kg 12	180,0	189,0	196,0	196,0	290,0	290,0	187,0	189,0
Kg 9	156,0	155,0	170,0	166,0	240,0	233,0	167,0	166,0
Kg 6	113,0	111,0	120,0	120,0	170,0	165,0	123,0	116,0
Kg 3	58,0	59,0	63,0	60,0	91,0	90,0	67,0	59,0
Kg 0	9,0	7,0	14,0	13,0	18,0	16,0	17,0	15,0
Dente 05	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	42,0	43,0	73,0	76,0	69,0	68,0	65,0	63,0
Kg 6	85,0	86,0	149,0	147,0	136,0	140,0	148,0	148,0
Kg 9	128,0	130,0	219,0	220,0	213,0	203,0	227,0	228,0
Kg 12	170,0	174,0	284,0	274,0	291,0	290,0	279,0	278,0
Kg 9	133,0	133,0	239,0	242,0	227,0	228,0	246,0	240,0
Kg 6	89,0	88,0	169,0	155,0	157,0	158,0	191,0	191,0
Kg 3	44,0	46,0	90,0	90,0	84,0	82,0	90,0	85,0
Kg 0	3,0	3,0	8,0	5,0	6,0	7,0	7,0	5,0
Dente 06	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	52,0	53,0	97,0	83,0	60,0	58,0	86,0	84,0
Kg 6	97,0	99,0	172,0	158,0	139,0	135,0	167,0	165,0
Kg 9	144,0	147,0	245,0	231,0	210,0	213,0	256,0	253,0
Kg 12	194,0	196,0	318,0	320,0	284,0	292,0	342,0	343,0
Kg 9	163,0	166,0	280,0	271,0	258,0	260,0	320,0	318,0
Kg 6	118,0	122,0	218,0	202,0	198,0	191,0	243,0	239,0
Kg 3	61,0	64,0	123,0	102,0	82,0	82,0	126,0	124,0
Kg 0	2,0	3,0	7,0	6,0	4,0	4,0	6,0	5,0
Dente 06	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	41,0	40,0	53,0	49,0	100,0	101,0	54,0	59,0
Kg 6	86,0	89,0	132,0	128,0	194,0	195,0	147,0	150,0
Kg 9	138,0	137,0	199,0	180,0	280,0	284,0	248,0	252,0
Kg 12	183,0	183,0	206,0	207,0	360,0	356,0	347,0	351,0
Kg 9	149,0	149,0	210,0	217,0	322,0	320,0	314,0	320,0
Kg 6	102,0	100,0	175,0	165,0	232,0	249,0	223,0	221,0
Kg 3	48,0	48,0	89,0	68,0	127,0	121,0	94,0	96,0
Kg 0	3,0	4,0	6,0	5,0	9,0	6,0	7,0	6,0

Tabela 1- (continuação) para o dentes 7 do Grupo 4.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		KETAC	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 07								
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	66,0	69,0	98,0	97,0	127,0	126,0	42,0	39,0
Kg 6	106,0	104,0	163,0	149,0	172,0	171,0	92,0	70,0
Kg 9	166,0	166,0	247,0	245,0	225,0	224,0	147,0	127,0
Kg 12	203,0	215,0	345,0	323,0	280,0	278,0	194,0	188,0
Kg 9	166,0	178,0	267,0	234,0	262,0	258,0	174,0	168,0
Kg 6	119,0	131,0	210,0	206,0	180,0	186,0	110,0	105,0
Kg 3	62,0	77,0	109,0	99,0	134,0	138,0	46,0	47,0
Kg 0	9,0	9,0	9,0	18,0	14,0	14,0	8,0	8,0
Dente 07	Hígido		Classe 2		Remoção		Ketac	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	32,0	33,0	44,0	51,0	76,0	81,0	63,0	64,0
Kg 6	67,0	67,0	108,0	98,0	142,0	147,0	135,0	137,0
Kg 9	112,0	114,0	165,0	171,0	220,0	214,0	214,0	214,0
Kg 12	149,0	150,0	221,0	237,0	287,0	285,0	287,0	276,0
Kg 9	112,0	113,0	161,0	167,0	241,0	245,0	225,0	220,0
Kg 6	72,0	72,0	119,0	116,0	154,0	153,0	142,0	145,0
Kg 3	41,0	42,0	72,0	65,0	90,0	95,0	71,0	71,0
Kg 0	5,0	3,0	5,0	7,0	9,0	6,0	9,0	3,0

Tabela 2 - Valores individuais carga/deformação em  $\mu\epsilon$  obtidas nas cúspides

vestibular e lingual, para os dentes 1 e 2 do Grupo 5

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		VITREMER	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 01	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	26,0	23,0	37,0	38,0	46,0	45,0	43,0	46,0
Kg 6	44,0	41,0	71,0	72,0	78,0	79,0	62,0	64,0
Kg 9	61,0	57,0	104,0	104,0	117,0	118,0	96,0	95,0
Kg 12	77,0	74,0	136,0	130,0	156,0	154,0	138,0	135,0
Kg 9	66,0	63,0	134,0	135,0	152,0	150,0	132,0	128,0
Kg 6	53,0	49,0	106,0	108,0	115,0	113,0	111,0	109,0
Kg 3	32,0	28,0	60,0	63,0	67,0	63,0	63,0	62,0
Kg 0	3,0	4,0	7,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0
Dente 01	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	59,0	60,0	98,0	99,0	125,0	126,0	88,0	87,0
Kg 6	126,0	127,0	209,0	207,0	255,0	247,0	205,0	202,0
Kg 9	194,0	199,0	321,0	321,0	379,0	369,0	345,0	340,0
Kg 12	266,0	272,0	439,0	436,0	505,0	493,0	505,0	498,0
Kg 9	224,0	228,0	381,0	381,0	449,0	438,0	448,0	438,0
Kg 6	167,0	160,0	267,0	271,0	345,0	335,0	345,0	345,0
Kg 3	88,0	81,0	137,0	140,0	179,0	180,0	178,0	175,0
Kg 0	8,0	6,0	9,0	12,0	14,0	16,0	15,0	12,0
Dente 02	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	28,0	29,0	66,0	56,0	64,0	66,0	54,0	67,0
Kg 6	48,0	44,0	129,0	119,0	133,0	133,0	124,0	119,0
Kg 9	72,0	65,0	195,0	183,0	205,0	206,0	205,0	203,0
Kg 12	97,0	87,0	282,0	252,0	275,0	274,0	247,0	256,0
Kg 9	86,0	67,0	240,0	239,0	248,0	237,0	235,0	234,0
Kg 6	63,0	53,0	206,0	197,0	207,0	203,0	205,0	216,0
Kg 3	42,0	41,0	131,0	128,0	134,0	130,0	116,0	113,0
Kg 0	6,0	7,0	18,0	19,0	21,0	22,0	21,0	19,0
Dente 02	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	65,0	63,0	101,0	101,0	130,0	131,0	89,0	76,0
Kg 6	120,0	119,0	199,0	204,0	138,0	137,0	152,0	152,0
Kg 9	171,0	168,0	299,0	305,0	355,0	345,0	250,0	245,0
Kg 12	225,0	219,0	400,0	411,0	467,0	465,0	351,0	345,0
Kg 9	188,0	185,0	360,0	372,0	424,0	423,0	315,0	312,0
Kg 6	146,0	142,0	256,0	297,0	345,0	347,0	199,0	181,0
Kg 3	83,0	82,0	134,0	176,0	211,0	211,0	112,0	111,0
Kg 0	9,0	9,0	12,0	19,0	17,0	23,0	9,0	21,0

Tabela 2- (continuação) para os dentes 3 e 4 do Grupo 5.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		VITREMER	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 03	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	32,0	31,0	39,0	38,0	68,0	66,0	45,0	35,0
Kg 6	60,0	59,0	76,0	76,0	120,0	116,0	68,0	78,0
Kg 9	92,0	91,0	115,0	116,0	171,0	164,0	112,0	132,0
Kg 12	126,0	126,0	156,0	157,0	221,0	211,0	145,0	145,0
Kg 9	104,0	103,0	141,0	142,0	204,0	195,0	126,0	135,0
Kg 6	79,0	76,0	117,0	118,0	172,0	166,0	98,0	91,0
Kg 3	44,0	40,0	66,0	66,0	98,0	96,0	56,0	54,0
Kg 0	1,0	3,0	3,0	3,0	5,0	7,0	4,0	3,0
Dente 03	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	32,0	31,0	32,0	33,0	41,0	40,0	48,0	36,0
Kg 6	65,0	64,0	76,0	76,0	64,0	68,0	84,0	81,0
Kg 9	95,0	93,0	111,0	113,0	106,0	110,0	124,0	121,0
Kg 12	123,0	121,0	146,0	149,0	148,0	152,0	157,0	148,0
Kg 9	102,0	100,0	127,0	129,0	137,0	135,0	139,0	128,0
Kg 6	75,0	76,0	104,0	104,0	107,0	110,0	112,0	93,0
Kg 3	39,0	40,0	67,0	57,0	56,0	59,0	76,0	56,0
Kg 0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	4,0	3,0	2,0
Dente 04	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	55,0	58,0	68,0	67,0	85,0	86,0	49,0	47,0
Kg 6	99,0	107,0	134,0	134,0	160,0	168,0	96,0	92,0
Kg 9	142,0	152,0	201,0	202,0	229,0	253,0	171,0	164,0
Kg 12	187,0	196,0	273,0	270,0	311,0	331,0	260,0	250,0
Kg 9	161,0	167,0	253,0	251,0	281,0	311,0	223,0	215,0
Kg 6	125,0	131,0	214,0	210,0	244,0	255,0	163,0	160,0
Kg 3	74,0	77,0	125,0	123,0	136,0	149,0	94,0	88,0
Kg 0	13,0	19,0	18,0	17,0	32,0	30,0	18,0	15,0
Dente 04	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	35,0	35,0	85,0	87,0	94,0	95,0	90,0	91,0
Kg 6	70,0	67,0	158,0	160,0	184,0	189,0	172,0	174,0
Kg 9	103,0	99,0	226,0	231,0	310,0	311,0	236,0	259,0
Kg 12	137,0	132,0	297,0	299,0	423,0	431,0	319,0	339,0
Kg 9	120,0	114,0	273,0	275,0	384,0	382,0	291,0	316,0
Kg 6	95,0	89,0	230,0	230,0	284,0	289,0	257,0	259,0
Kg 3	53,0	51,0	136,0	136,0	153,0	156,0	146,0	151,0
Kg 0	7,0	7,0	11,0	11,0	7,0	8,0	5,0	4,0

Tabela 2- (continuação) para os dentes 5 e 6 do Grupo 5.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		VITREMER	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 05	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	45,0	45,0	123,0	123,0	133,0	134,0	90,0	103,0
Kg 6	88,0	91,0	243,0	234,0	267,0	259,0	200,0	218,0
Kg 9	132,0	133,0	347,0	334,0	393,0	391,0	331,0	331,0
Kg 12	174,0	175,0	447,0	345,0	531,0	521,0	478,0	486,0
Kg 9	159,0	159,0	420,0	412,0	476,0	474,0	444,0	451,0
Kg 6	132,0	130,0	354,0	343,0	386,0	375,0	337,0	346,0
Kg 3	78,0	76,0	198,0	178,0	234,0	236,0	272,0	184,0
Kg 0	8,0	8,0	17,0	15,0	24,0	21,0	22,0	21,0
Dente 05	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	75,0	58,0	113,0	112,0	121,0	116,0	69,0	75,0
Kg 6	131,0	115,0	229,0	228,0	241,0	238,0	172,0	177,0
Kg 9	189,0	170,0	349,0	354,0	367,0	358,0	302,0	299,0
Kg 12	249,0	230,0	465,0	445,0	498,0	498,0	448,0	431,0
Kg 9	207,0	190,0	412,0	419,0	467,0	462,0	392,0	388,0
Kg 6	157,0	141,0	336,0	347,0	382,0	382,0	279,0	282,0
Kg 3	87,0	75,0	182,0	184,0	208,0	208,0	132,0	132,0
Kg 0	7,0	8,0	14,0	15,0	22,0	20,0	10,0	14,0
Dente 06	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	32,0	33,0	64,0	62,0	92,0	88,0	56,0	56,0
Kg 6	66,0	63,0	122,0	122,0	179,0	172,0	118,0	121,0
Kg 9	99,0	100,0	184,0	187,0	260,0	254,0	181,0	186,0
Kg 12	135,0	133,0	250,0	253,0	342,0	335,0	240,0	245,0
Kg 9	116,0	115,0	241,0	242,0	324,0	316,0	229,0	235,0
Kg 6	92,0	91,0	210,0	215,0	280,0	284,0	196,0	202,0
Kg 3	52,0	52,0	119,0	119,0	142,0	138,0	104,0	108,0
Kg 0	4,0	5,0	8,0	9,0	12,0	14,0	5,0	4,0
Dente 06	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremmer	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	32,0	38,0	58,0	56,0	69,0	67,0	28,0	31,0
Kg 6	58,0	53,0	108,0	105,0	128,0	125,0	61,0	64,0
Kg 9	83,0	79,0	154,0	153,0	186,0	182,0	101,0	103,0
Kg 12	109,0	104,0	250,0	202,0	241,0	237,0	139,0	142,0
Kg 9	95,0	90,0	200,0	197,0	223,0	220,0	129,0	132,0
Kg 6	78,0	73,0	183,0	183,0	189,0	188,0	108,0	110,0
Kg 3	48,0	44,0	106,0	107,0	104,0	105,0	57,0	58,0
Kg 0	6,0	4,0	9,0	12,0	13,0	12,0	11,0	10,0

Tabela 2- (continuação) para os dentes 7 do Grupo 5.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		VITREMER	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 07	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremar	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	60,0	60,0	79,0	75,0	82,0	73,0	68,0	69,0
Kg 6	107,0	107,0	150,0	146,0	158,0	143,0	134,0	123,0
Kg 9	152,0	154,0	217,0	214,0	231,0	211,0	178,0	198,0
Kg 12	196,0	194,0	273,0	267,0	303,0	283,0	221,0	223,0
Kg 9	158,0	159,0	239,0	231,0	266,0	249,0	189,0	178,0
Kg 6	116,0	118,0	193,0	189,0	218,0	207,0	140,0	137,0
Kg 3	69,0	68,0	116,0	119,0	132,0	120,0	85,0	82,0
Kg 0	5,0	6,0	3,0	9,0	9,0	11,0	6,0	8,0
Dente 07	Hígido		Classe 2		Remoção		Vitremar	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	16,0	17,0	38,0	36,0	53,0	55,0	23,0	23,0
Kg 6	42,0	40,0	98,0	97,0	125,0	127,0	54,0	54,0
Kg 9	71,0	70,0	152,0	154,0	192,0	198,0	88,0	89,0
Kg 12	100,0	97,0	213,0	211,0	261,0	269,0	126,0	125,0
Kg 9	83,0	80,0	183,0	183,0	223,0	225,0	109,0	110,0
Kg 6	64,0	60,0	143,0	146,0	175,0	179,0	88,0	89,0
Kg 3	35,0	31,0	76,0	77,0	94,0	98,0	48,0	48,0
Kg 0	5,0	3,0	9,0	8,0	9,0	11,0	6,0	6,0

TABELA 3 - Valores individuais carga/deformação em  $\mu\epsilon$  obtidas nas cúspides

vestibular e lingual, para os dentes 1 e 2 do Grupo 6.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		Z100	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 01	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	18,0	19,0	32,0	37,0	44,0	44,0	22,0	22,0
Kg 6	39,0	38,0	71,0	63,0	84,0	84,0	48,0	49,0
Kg 9	59,0	60,0	102,0	96,0	123,0	123,0	76,0	73,0
Kg 12	82,0	81,0	141,0	142,0	164,0	164,0	104,0	100,0
Kg 9	76,0	75,0	112,0	107,0	150,0	150,0	93,0	88,0
Kg 6	68,0	67,0	84,0	81,0	120,0	120,0	74,0	72,0
Kg 3	43,0	45,0	51,0	53,0	67,0	67,0	45,0	44,0
Kg 0	10,0	9,0	14,0	13,0	14,0	16,0	14,0	6,0
Dente 01	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	35,0	36,0	48,0	52,0	57,0	57,0	25,0	30,0
Kg 6	71,0	73,0	92,0	92,0	106,0	106,0	55,0	63,0
Kg 9	109,0	108,0	137,0	142,0	151,0	151,0	91,0	96,0
Kg 12	144,0	143,0	180,0	181,0	203,0	203,0	128,0	135,0
Kg 9	121,0	123,0	158,0	161,0	186,0	186,0	110,0	117,0
Kg 6	85,0	91,0	130,0	133,0	160,0	160,0	78,0	86,0
Kg 3	45,0	46,0	76,0	80,0	96,0	96,0	40,0	47,0
Kg 0	5,0	6,0	7,0	6,0	13,0	10,0	4,0	6,0
Dente 02	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	63,0	63,0	68,0	69,0	67,0	72,0	42,0	40,0
Kg 6	115,0	112,0	123,0	124,0	127,0	133,0	85,0	81,0
Kg 9	161,0	156,0	166,0	164,0	184,0	190,0	127,0	124,0
Kg 12	203,0	200,0	215,0	216,0	239,0	245,0	160,0	164,0
Kg 9	171,0	168,0	186,0	179,0	215,0	222,0	144,0	140,0
Kg 6	132,0	130,0	157,0	153,0	180,0	189,0	109,0	106,0
Kg 3	79,0	78,0	98,0	92,0	105,0	110,0	61,0	57,0
Kg 0	4,0	4,0	5,0	4,0	6,0	5,0	4,0	3,0
Dente 02	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	26,0	26,0	46,0	49,0	50,0	49,0	49,0	46,0
Kg 6	55,0	56,0	96,0	99,0	102,0	100,0	96,0	96,0
Kg 9	89,0	90,0	147,0	150,0	155,0	153,0	143,0	144,0
Kg 12	122,0	125,0	195,0	198,0	208,0	207,0	193,0	196,0
Kg 9	102,0	103,0	169,0	173,0	182,0	180,0	156,0	160,0
Kg 6	81,0	82,0	138,0	141,0	147,0	147,0	116,0	116,0
Kg 3	46,0	47,0	77,0	79,0	77,0	77,0	62,0	62,0
Kg 0	2,0	2,0	3,0	4,0	4,0	3,0	2,0	3,0



Tabela 3- (continuação) para os dentes 3 e 4 do Grupo 6.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS								
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		Z100		
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	
Dente 03	Hígido		Classe II		Remoção		Z100		
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	
Kg 3	27,0	25,0	63,0	63,0	84,0	83,0	31,0	28,0	
Kg 6	38,0	39,0	127,0	121,0	135,0	132,0	66,0	61,0	
Kg 9	69,0	68,0	195,0	184,0	244,0	245,0	101,0	96,0	
Kg 12	100,0	93,0	265,0	250,0	327,0	326,0	140,0	136,0	
Kg 9	88,0	87,0	230,0	217,0	281,0	282,0	130,0	123,0	
Kg 6	68,0	65,0	171,0	161,0	207,0	206,0	100,0	96,0	
Kg 3	49,0	47,0	113,0	112,0	116,0	120,0	62,0	57,0	
Kg 0	9,0	13,0	24,0	23,0	28,0	29,0	17,0	19,0	
Dente 03	Hígido		Classe II		Remoção		Z100		
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	
Kg 3	94,0	90,0	130,0	125,0	164,0	148,0	107,0	108,0	
Kg 6	187,0	179,0	256,0	243,0	310,0	290,0	224,0	227,0	
Kg 9	277,0	267,0	374,0	361,0	444,0	438,0	332,0	331,0	
Kg 12	366,0	350,0	499,0	491,0	572,0	556,0	442,0	440,0	
Kg 9	302,0	292,0	439,0	426,0	498,0	480,0	370,0	370,0	
Kg 6	217,0	210,0	309,0	307,0	378,0	366,0	227,0	271,0	
Kg 3	122,0	111,0	173,0	170,0	213,0	201,0	156,0	156,0	
Kg 0	8,0	12,0	12,0	12,0	15,0	18,0	13,0	12,0	
Dente 04	Hígido		Classe II		Remoção		Z100		
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	
Kg 3	54,0	54,0	104,0	103,0	110,0	118,0	39,0	45,0	
Kg 6	108,0	104,0	201,0	202,0	223,0	233,0	99,0	99,0	
Kg 9	158,0	154,0	303,0	297,0	337,0	355,0	162,0	169,0	
Kg 12	205,0	298,0	392,0	398,0	462,0	470,0	246,0	254,0	
Kg 9	164,0	160,0	370,0	364,0	421,0	422,0	188,0	191,0	
Kg 6	118,0	116,0	302,0	301,0	356,0	356,0	122,0	128,0	
Kg 3	62,0	61,0	142,0	145,0	198,0	214,0	64,0	68,0	
Kg 0	4,0	5,0	12,0	9,0	12,0	11,0	6,0	5,0	
Dente 04	Hígido		Classe II		Remoção		Z100		
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	
Kg 3	33,0	33,0	56,0	56,0	65,0	68,0	50,0	53,0	
Kg 6	42,0	42,0	107,0	109,0	125,0	126,0	113,0	102,0	
Kg 9	71,0	73,0	164,0	165,0	223,0	216,0	198,0	189,0	
Kg 12	103,0	104,0	232,0	234,0	276,0	278,0	279,0	278,0	
Kg 9	84,0	84,0	208,0	208,0	259,0	256,0	234,0	135,0	
Kg 6	64,0	64,0	184,0	188,0	190,0	189,0	157,0	156,0	
Kg 3	49,0	46,0	105,0	107,0	147,0	158,0	112,0	113,0	
Kg 0	4,0	2,0	6,0	9,0	6,0	8,0	6,0	7,0	

Tabela 3- (continuação) para os dentes 5 e 6 do Grupo 6.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		Z100	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 05	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	107,0	94,0	145,0	139,0	175,0	154,0	83,0	83,0
Kg 6	191,0	171,0	270,0	270,0	320,0	293,0	160,0	162,0
Kg 9	268,0	248,0	388,0	386,0	457,0	427,0	233,0	236,0
Kg 12	344,0	322,0	504,0	495,0	590,0	557,0	307,0	307,0
Kg 9	282,0	263,0	457,0	452,0	519,0	492,0	279,0	283,0
Kg 6	215,0	196,0	395,0	389,0	408,0	394,0	236,0	240,0
Kg 3	141,0	124,0	253,0	248,0	246,0	220,0	150,0	154,0
Kg 0	5,0	2,0	4,0	6,0	4,0	8,0	5,0	4,0
Dente 05	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	31,0	30,0	45,0	46,0	57,0	59,0	45,0	43,0
Kg 6	67,0	66,0	95,0	102,0	117,0	120,0	95,0	93,0
Kg 9	104,0	107,0	150,0	154,0	181,0	189,0	145,0	145,0
Kg 12	147,0	149,0	215,0	222,0	210,0	250,0	201,0	201,0
Kg 9	117,0	120,0	184,0	191,0	215,0	215,0	157,0	156,0
Kg 6	93,0	93,0	132,0	138,0	179,0	180,0	134,0	170,0
Kg 3	60,0	56,0	75,0	72,0	106,0	108,0	66,0	63,0
Kg 0	9,0	12,0	19,0	12,0	19,0	19,0	13,0	15,0
Dente 06	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	22,0	23,0	45,0	43,0	54,0	55,0	28,0	27,0
Kg 6	42,0	45,0	93,0	92,0	117,0	119,0	57,0	56,0
Kg 9	62,0	64,0	149,0	141,0	185,0	186,0	81,0	83,0
Kg 12	88,0	86,0	198,0	194,0	250,0	255,0	118,0	114,0
Kg 9	73,0	68,0	174,0	164,0	221,0	218,0	101,0	91,0
Kg 6	56,0	49,0	141,0	136,0	184,0	189,0	81,0	77,0
Kg 3	42,0	35,0	88,0	86,0	126,0	127,0	52,0	52,0
Kg 0	8,0	5,0	14,0	16,0	16,0	13,0	8,0	9,0
Dente 06	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	64,0	58,0	62,0	63,0	72,0	70,0	40,0	45,0
Kg 6	118,0	111,0	119,0	119,0	139,0	136,0	87,0	102,0
Kg 9	173,0	162,0	180,0	176,0	206,0	201,0	135,0	132,0
Kg 12	223,0	212,0	231,0	233,0	273,0	266,0	185,0	196,0
Kg 9	184,0	173,0	197,0	197,0	234,0	233,0	152,0	143,0
Kg 6	137,0	128,0	155,0	156,0	197,0	194,0	116,0	120,0
Kg 3	79,0	72,0	92,0	95,0	118,0	115,0	72,0	70,0
Kg 0	8,0	9,0	11,0	11,0	15,0	15,0	8,0	8,0

Tabela 3- Continuação para o dente 7 do Grupo 6.

Força aplicada em Kg	TRATAMENTOS							
	HÍGIDO		CLASSE II		REMOÇÃO		Z100	
	Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
Dente 07	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2	VES 1	VES 2
Kg 3	49,0	49,0	145,0	142,0	176,0	172,0	98,0	95,0
Kg 6	93,0	92,0	282,0	275,0	341,0	334,0	205,0	193,0
Kg 9	140,0	137,0	406,0	402,0	499,0	492,0	284,0	295,0
Kg 12	186,0	186,0	520,0	522,0	647,0	648,0	424,0	421,0
Kg 9	157,0	156,0	472,0	471,0	584,0	577,0	382,0	372,0
Kg 6	121,0	121,0	360,0	359,0	467,0	456,0	324,0	324,0
Kg 3	72,0	72,0	194,0	191,0	263,0	253,0	179,0	173,0
Kg 0	12,0	8,0	23,0	25,0	35,0	32,0	21,0	21,0
Dente 07	Hígido		Classe II		Remoção		Z100	
FACE	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2	LIN 1	LIN 2
Kg 3	50,0	56,0	83,0	80,0	81,0	89,0	51,0	52,0
Kg 6	103,0	112,0	164,0	159,0	158,0	172,0	124,0	123,0
Kg 9	159,0	167,0	248,0	242,0	242,0	260,0	184,0	189,0
Kg 12	214,0	221,0	331,0	333,0	334,0	360,0	265,0	291,0
Kg 9	177,0	186,0	312,0	305,0	318,0	347,0	247,0	251,0
Kg 6	136,0	144,0	233,0	232,0	278,0	272,0	189,0	189,0
Kg 3	73,0	78,0	121,0	122,0	154,0	149,0	109,0	107,0
Kg 0	3,0	5,0	7,0	6,0	8,0	8,0	4,0	6,0

## MÉDIAS DAS LEITURAS EM MICRO STRAIN PARA CADA DENTE DOS GRUPOS 4, 5 E 6

Os valores apresentados para cada dente na tabela 4 , 5 e 6 correspondem a média dos valores das tabelas 1, 2 e 3 do apêndice, em micro strain das duas leituras da face Vestibular e Lingual para cada carga e aplicado o fator de correção.

Tabela 4 - Grupo 4 - Ketac Bond

Média das leituras em micro strain para cada dente na condição hígido e após cada procedimento restaurador: preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com KETAC Bond

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	KETAC
1	72.5	106.5	150.0	123.9
2	68.9	102.5	138.2	111.0
3	71.8	106.8	161.2	154.2
4	72.2	164.0	179.0	173.7
5	89.3	123.7	142.8	124.9
6	95.1	147.2	171.2	178.4
7	90.6	138.3	156.6	115.5

Tabela 5 - Grupo 5 - Vitremer

Média das leituras em micro strain para cada dente na condição hígido e após cada procedimento restaurador: preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com VITREMER

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	VITREMER
1	88.7	150.7	177.1	165.2
2	84.6	182.6	201.1	160.1
3	63.5	82.4	102.2	81.7
4	89.0	181.6	202.1	155.9
5	111.3	249.3	282.3	236.7
6	65.2	134.2	165.1	106.7
7	76.0	129.9	149.2	93.4

Tabela 6 - Grupo 6 - Z100

Média das leituras em micro strain para cada dente na condição hígido e após cada procedimento restaurador: preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com Z100

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	Z100
1	60.7	85.9	103.9	61.0
2	86.5	113.1	123.5	92.3
3	118.6	198.7	237.3	150.9
4	81.4	172.9	205.9	121.6
5	126.6	198.9	223.9	139.4
6	80.11	115.7	143.4	79.4
7	105.7	232.2	275.3	185.1

**RESULTADOS DA RIGIDEZ RELATIVA PARA CADA DENTE  
DO GRUPO 4. CALCULADOS A PARTIR DOS DADOS DA**

**TABELA 4**

Tabela 7 - Grupo 4 - Ketac Bond

Rigidez para cada dente após cada procedimento restaurador: preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com KETAC Bond, em relação ao dente hígido

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	KETAC
1	100	68	48	58
2	100	67	50	62
3	100	67	45	47
4	100	44	40	42
5	100	72	63	71
6	100	65	56	53
7	100	65	58	78
<b>MÉDIA</b>	<b>100</b>	<b>64</b>	<b>51</b>	<b>59</b>

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

### PARA OS VALORES DE RIGIDEZ RELATIVA

#### GRUPO 4 - Suporte de esmalte com KETAC BOND

#### ANÁLISE DE VARIÂNCIA

##### Quadro - 1

Causas da variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Rigidez	3	9797.821428	3265.9404762	41.9800	0.00001
resíduo	24	1867.142857	77.7976190		
Total	27	11664.964285			

MÉDIA GERAL= 68.535712

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO= 12.870 %

#### TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE RIGIDEZ RELATIVA

##### Quadro - 2

Núm. Ordem	Núm. Trat.	Nome	Núm. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Hígido	7	100.000000	100.000000	a	A
2	4	Classe II	7	64.000000	64.000000	b	B
3	2	Ketac	7	58.714286	58.714286	b	B
4	1	Remoção	7	51.428571	51.428571	b	B

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO D.M.S. 5% =13.00166

D.M.S. 1% = 16.36875

**RESULTADOS DA RIGIDEZ RELATIVA PARA CADA DENTE DO GRUPO 5. CALCULADOS A PARTIR DOS DADOS DA TABELA 5**

Tabela 8 - Grupo 5 - Vitremer

Rigidez para cada dente após cada procedimento restaurador: preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com VITREMER, em relação ao dente hígido

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	VITREMER
1	100	59	50	54
2	100	46	42	53
3	100	77	62	78
4	100	55	44	57
5	100	45	39	47
6	100	49	40	61
7	100	59	51	81
<b>MÉDIAS</b>	<b>100</b>	<b>55</b>	<b>46</b>	<b>61</b>



## ANÁLISE ESTATÍSTICA

## PARA OS VALORES DE RIGIDEZ RELATIVA

## GRUPO 5 - Suporte de esmalte com VITREMER

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Quadro - 3

Causas da variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Rigidez	3	11534.964285	3844.9880952	43.1617	0.00001
resíduo	24	2138.000000	89.0833333		
Total	27	13672.964285			

MÉDIA GERAL= 66.035713      COEFICIENTE DE VARIAÇÃO= 14.293 %

## TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DA RIGIDEZ RELATIVA

Quadro - 4

Núm. Ordem	Núm. Trat.	Nome	Núm. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Hígido	7	100.000000	100.000000	a	A
2	4	Vitremer	7	61.571429	61.571429	b	B
3	2	Classe II	7	55.714286	55.714286	b c	B
4	1	Remoção	7	46.857143	46.857143	c	B

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO D.M.S. 5% = 13.91278      D.M.S. 1% = 17.51583

**RESULTADOS DA RIGIDEZ RELATIVA PARA CADA DENTE DO GRUPO 6. CALCULADOS A PARTIR DOS DADOS DA TABELA 6**

Tabela 9 - Grupo 6 - Z100

Rigidez relativa para cada dente após cada procedimento: preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com Z100, em relação ao dente hígido.

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	Z100
1	100	71	58	99
2	100	76	70	94
3	100	60	50	79
4	100	47	40	67
5	100	64	57	91
6	100	96	56	101
7	100	46	38	57
<b>MÉDIAS</b>	<b>100</b>	<b>62</b>	<b>53</b>	<b>84</b>

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

### PARA OS VALORES DE RIGIDEZ RELATIVA

#### GRUPO 6

#### Suporte de esmalte com Z100

#### ANÁLISE DE VARIÂNCIA

##### Quadro - 5

Causas da variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Rigidez	3	9624.142857	3208.047619	23.6010	0.00001
resíduo	24	3262.285714	135.928571		
Total	27				

MÉDIA GERAL= 74.642860

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO= 15.619 %

#### TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DA RIGIDEZ RELATIVA

##### Quadro - 6

Núm. Ordem	Núm. Trat.	Nome	Núm. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Higido	7	100.000000	100.000000	a	A
2	4	Z100	7	84.000000	84.000000	a	A
3	2	Classe II	7	61.857143	61.857143	b	B
4	1	Remoção	7	52.714286	52.714286	b	B

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO D.M.S. 5% = 17.18585

D.M.S. 1% =21.63654

**RESULTADOS DA DEFLEXÃO RELATIVA PARA CADA DENTE DO GRUPO 4 CALCULADO A PARTIR DOS DADOS DA TABELA 4**

Tabela 10 - Grupo 4 - Ketac Bond

Derivação da deflexão para cada dente após cada procedimento: preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com KETAC Bond, em relação ao dente hígido

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	KETAC
1	100	147	207	171
2	100	149	201	161
3	100	149	225	215
4	100	227	248	240
5	100	139	160	140
6	100	155	180	188
7	100	153	173	128
<b>MÉDIA</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>199</b>	<b>177</b>

**ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA OS VALORES DA DEFLEXÃO  
RELATIVA**

**GRUPO 4 - Suporte de esmalte com KETAC BOND**

**ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

**Quadro - 7**

Causas da variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Deflexão	3	38066.000000	12688.6666667	14.7034	0.00006
resíduo	24	20711.428571	862.9761905		
Total	27	58777.428571			

MÉDIA GERAL= 159.142853

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO= 18.459 %

**TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE DEFLEXÃO RELATIVA**

**GRUPO 4 - KETAC BOND**

**Quadro - 8**

Núm. Ordem	Núm. Trat.	Nome	Núm. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Remoção	7	199.142857	199.142857	a	A
2	4	Ketac	7	177.571429	177.571429	a	A
3	2	Classe II	7	159.857143	159.857143	a	A
4	1	Hígido	7	100.000000	100.000000	b	B

**Médias Seguidas Por Letras Distintas Diferem Entre Si Ao Nível De Significância Indicado**

**D.M.S. 5% = 43.30270**

**D.M.S. 1% =54.51699**

**RESULTADOS DA DEFLEXÃO RELATIVA PARA CADA DENTE DO GRUPO 5 CALCULADOS A PARTIR DOS DADOS DA TABELA 5.**

Tabela 11 - Grupo 5 - Vitremer

Derivação da deflexão para cada dente após cada procedimento, preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com VITREMER, em relação ao dente hígido

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	VITREMER
1	100	170	200	186
2	100	216	238	189
3	100	130	161	129
4	100	182	227	175
5	100	224	254	213
6	100	206	253	164
7	100	171	196	123
<b>MÉDIAS</b>	<b>100</b>	<b>185</b>	<b>218</b>	<b>168</b>

## ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA OS VALORES DA DERIVAÇÃO DA DEFLEXÃO RELATIVA

### GRUPO 5 - Suporte de esmalte com VITREMER

#### ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Quadro - 9

Causas da variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Deflexão	3	51335.821428	17111.940476	19.4939	0.00002
resíduo	24	21067.428571	877.809523		
Total	27	72403.250000			

MÉDIA GERAL= 167.750000

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO= 17.622 %

#### TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE DEFLEXÃO RELATIVA

Quadro - 10

Núm. Ordem	Núm. Trat.	Nome	Núm. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Remoção	7	217.000000	217.000000	a	A
2	4	Classe II	7	185.571429	185.571429	a b	A
3	2	Vitremer	7	168.428571	168.428571	b	A
4	1	Hígido	7	100.000000	100.000000	c	B

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO D.M.S. 5% = 43.67327 D.M.S.

1% = 54.98353

**RESULTADOS DA DEFLEXÃO RELATIVA PARA CADA DENTE DO GRUPO 6 CALCULADOS A PARTIR DOS DADOS DA TABELA 6**

Tabela 12 - Grupo 6 - Z100

Derivação da deflexão para cada dente após cada procedimento: preparo classe II, remoção de dentina e suporte de esmalte com Z100, em relação ao dente hígido

DENTE	HÍGIDO	CLASSE II	REMOÇÃO	Z100
1	100	142	171	101
2	100	131	143	107
3	100	167	200	127
4	100	212	253	149
5	100	157	177	110
6	100	144	179	99
7	100	220	260	175
<b>MÉDIAS</b>	<b>100</b>	<b>168</b>	<b>198</b>	<b>124</b>



## ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA OS VALORES DA DEFLEXÃO

### RELATIVA

#### GRUPO 6 - Suporte de esmalte com Z100

#### ANÁLISE DE VARIÂNCIA

##### Quadro - 11

Causas da variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Deflexão	3	40028.285714	13342.7619048	13.5211	0.00008
resíduo	24	23683.428571	986.8095238		
Total	27				

MÉDIA GERAL= 147.285721

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO= 21.328 %

#### TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE DEFLEXÃO RELATIVA

##### Quadro - 12

Núm. Ordem	Núm. Trat.	Nome	Núm. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Remoção	7	197.571429	197.571429	a	A
2	4	Classe II	7	167.571429	167.571429	a b	AB
3	2	Z100	7	124.000000	124.000000	bc	BC
4	1	Higido	7	100.000000	100.000000	c	C

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO D.M.S. 5% = 46.30547 D.M.S. 1% = 58.29739

Tabela 13 - Valores das cargas do teste de resistência à fratura dos dentes de cada grupo experimental em kg e as médias.

DENTES	GRUPOS					
	1 Controle (hígidos)	2 Classe II ñ\rest.	3 Remoção Dentina	4 Ketac Bond	5 Vitremmer	6 Z100
1	166	89	38	52	49	57
2	188	82	30	57	59	60
3	180	122	52	41	67	68
4	189	144	47	34	41	68
5	197	155	31	51	47	61
6	178	137	54	32	48	48
7	160	84	43	34	51	55
<b>Média</b>	<b>179.71</b>	<b>116.14</b>	<b>42.14</b>	<b>43.0</b>	<b>51.71</b>	<b>59.57</b>

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE  
RESISTÊNCIA À FRATURA**

**ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

**Quadro - 14**

Causas da variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Tratamentos	5	106705.6190476	21341.1238095	88.7746	0.00001
resíduo	36	8654.2857143			
Total	41	115359.9047619			

MÉDIA GERAL= 82.047623

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO= 18.897 %

**TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE RESISTÊNCIA A FRATURA**

**Quadro - 15**

Núm. Ordem	Núm. Trat.	Nome	Núm. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Controle	7	179.714286	179.714286	a	A
2	2	Classe II	7	116.142857	116.142857	b	B
3	6	Z100	7	59.571429	59.571429	c	C
4	5	Vitremer	7	51.714286	51.714286	c	C
5	4	Ketac	7	43.000000	43.000000	c	C
6	3	Remoção	7	42.142857	42.142857	c	C

**MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO**

**NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO D.M.S. 5% = 17.18585**

**D.M.S. 1% =21.63654**

Controle= Dentes hígidos

**11- SUMMARY**

## SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the influence of glass ionomer and composite resin to conserve unsupported enamel, as well as to evaluate the effect of cuspal stiffness, flexure, and strength of restored teeth against fracture. Forty-two freshly extracted maxillary premolars were selected for using in this study. Cuspal stiffness and flexure were assessed using a strain gauge bonded to buccal and lingual surfaces. Cuspal stiffness and flexure were evaluated in sequentially performed procedures: 1. unaltered tooth, 2. MO cavity preparation, 3. removal dentin of supporting occlusal enamel in class II preparation, 4. glass ionomer Ketac Bond (ESPE) and Vitremer (3M) and composite resin Z100 (3M) supporting occlusal enamel. Each tooth was loaded with a 12 kg force, at a speed of 0,05 mm/min in Instron test machine. After nondestructive test, the teeth were subjected to fracture resistance test. The data were analyzed using a one way ANOVA, and Tuckey's test. Results indicated that composite resin supporting enamel recovered 65% of the lost cuspal stiffness with the cavity preparation and the flexure was decreased in 75%, similarly to the unaltered tooth ( $p<0.05$ ); the light-cured glass ionomer recovered 25% of lost cuspal stiffness and flexure was diminished in 42%, it was significantly lower than unaltered tooth, better than the prepared and unrestored one ( $p<0.05$ ); the auto-cured glass ionomer recovered 16% of the lost cuspal stiffness and the flexure was decreased in 22%. The difference was not significant when compared to the unrestored teeth. This study concluded that all the restorative materials supporting enamel increased the fracture resistance of artificial supported enamel and composite resin was the best restorative material to support the enamel concerning to cuspal stiffness and flexure.

Key words: Dental cavity preparation, Tooth strength, Fracture resistance, Dental materials.

**12- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\***

1. ALMQUIST, T.C., COWAN, R.D., LAMBERT, R.L. Conservative amalgam restorations. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v.29, n.5, p.524-528, May, 1973.
2. BELL, J.G., SMITH, M.C., DE PONT, J.J. Cuspal failures of MOD restored teeth. **Aust. dent. J.**, St. Leonards, v.27, n.5, p.283-287, Oct. 1982.
3. BENELLI, E.M. et al. In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. **Caries Res.**, Basel, v.27, n.3, p. 280-284, July/Aug.1993.
4. BERRY, E.A., POWERS, J.M. Bond strength of glass ionomers to coronal and radicular dentin. **Operative Dent.**, Seattle, v.19, n. 4, p.122-126, Sept./Oct. 1994.
5. BLASER, P.K., et al. Effects of designs of class 2 preparations on resistance of teeth to fracture. **Operative Dent.**, Seattle, v. 8, n. 1, p. 6-10, Jan./Mar. 1983.
6. BRUST, E., SAKAGUCHI, R.L. Biomechanics of natural and restored teeth during bruxing in an artificial mouth. **J. dent. Res.**, Washington, v. 67, p. 380, Mar. 1988 [abstract, 2141].
7. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. dent. Res.**, Washington, v. 34, n. 6, p. 849- 853, Dec., 1955.
8. BURKE, F.J.T. Tooth fracture in vivo and in vitro. **J. Dent.**, Bristol, v. 20, n. 3, p. 131-139, June, 1992.

\*De acordo com a NBR 6023 de ago./1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abreviaturas de Periódicos segundo o "World List of Scientific Periodicals".

9. CAVEL, W.T., KELSEY, W.P., BLANKENAU, R.J. An in vivo study of cuspal fracture. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 53, n. 1, p. 38-42, Jan. 1985.
10. DAVIDSON, C.L., DE GEE, A.J. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. **J. dent. Res.**, Washington, v. 63, n. 2, p. 146-148, Feb. 1984.
11. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, FEILZER, A. The competition between the composite dentin bond strength and the polymerization contraction stress. **J. dent. Res.**, Washington, v. 63, n. 12, p. 1396-1399, Dec. 1984.
12. DE LUCA, S., FABIANELLI, A., GARBEROGLIO, R. Cavitá di Lutz resistenza alla frattura dello smalto non sostenuto da dentina. **Dental Cadmos**, v.56, n.14, p. 34-49, 1994.
13. DENEHY, G.E., TORNEY, D.L. Internal enamel reinforcement through micromechanical bonding. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 36, n. 2, p. 171-175, Aug. 1976.
14. DONLY, K.J., WILD, T., JENSEN, M.E. Cuspal reinforcement in primary teeth: an in vitro comparison of three restorative materials. **Pediat. Dent.**, Chicago, v. 10, n. 2, p. 102-104, June 1988.
15. DOUGLAS, W.H. Methods to improve fracture resistance of teeth. In: VANHERIE, G., SMITH, D.C., eds. **International Symposium on posterior composite resin dental restorative materials**. 3M, St. Paul, MN, 1985: 433-442.
16. EAKLE, W.S. Fracture resistance of teeth restored with class II bonded composite resin. **J. dent. Res.**, Washington, v. 65, n. 2, p. 149-153, Feb. 1986.



17. EAKLE, W.S. Increasing the resistance of teeth to fracture: bonded composite resin versus glass ionomer cement. **Dent. Mater.**, Washington, v. 1, n. 6, p. 228-230, Dec., 1985.
18. \_\_\_\_\_. Reinforcement of fractured posterior teeth with bonded composite resin restorations. **Quintessence Int.**, v. 16, n.7, p. 481-482, July, 1985.
19. \_\_\_\_\_. MAXWELL, E.H., BRALY, B.V. Fractures of posterior teeth in adults. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v. 112, n. 2, p. 215-218, Feb. 1986.
20. EHRNFORD, L.E., FRANSSON, H. Compressive fracture resistance of the marginal ridge in large class II tunnels restored with cermet and composite resin. **Swed. dent. J.**, Stockolm, v.18, n.5, p. 207-211, Oct. 1994.
21. ELDERTON, R.J., The prevalence of failure of restorations: a literature review. **J. Dent.** Bristol, v. 4, n. 5, p. 207-210, Sept. 1976.
22. EL-MOWAFY, O.M. Fracture strength and fracture patterns of maxillary premolars with approximal slot cavities. **Operative Dent.**, Seattle, v. 18, n. 4, p.160-166, July/Aug. 1993.
23. ESPINOSA, H.D. In vitro study of resin-supported internally etched enamel. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 40, n. 5, p. 526-530, Nov. 1978.
24. FASBINDER D.J., DAVIS R.D., E BURGESS J.O. Marginal ridge strength in Class II tunnel restorations. **Am. J. Dent.** v. 4, p. 77-78, 1991.
25. FRANCHI, M. et al. Composite resin-amalgam compound restorations. **Quintess. Int.**, Berlin, v. 25, n. 8, p. 577-582, Aug., 1994.

26. GHER JUNIOR, M.E. Clinical survey of fractured teeth, **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, p. 174-177, Febr., 1987.
27. GOEL, V.K., KHERA, S.C., SINGH, K. Clinical implications of the response of enamel and dentin to masticatory loads. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v.64, n. 4, p. 446-454, Oct. 1990.
28. GRIMALDI, J.R., HOOD, J.A.A. Lateral deformation of the tooth crown under axial cuspal loading. **J. dent. Res.**, Washington, v. 52, n.3, p. 584, May/June, 1973. [abstract, 10]
29. HERRIN, H.K. Use of a posterior composite resin to restore teeth and support enamel: report of case. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v. 112, n.6 , p. 845-846, June, 1986.
30. HOLTAN, J.R. et al. Bond strength of a light-cured and two auto-cured glass ionomer liners. **J. Dent.**, Bristol, v. 18, n.5, p. 271- 275, Oct. 1990.
31. HOLTAN, J.R. et al. Bond strength of six dentinal adhesives. **J. Dent.**, Bristol, v. 22, n.2 p. 92-96, 1994.
32. HOOD, J.A.A. Methods to improve fracture resistance of teeth. In: VANHERIE, G., SMITH, D.C., ed. **International Symposium on posterior composite resin dental restorative materials**. 3M, St. Paul, MN, 1985, p.443-450.
33. HOOD, J.A.A. Biomechanics of the intact, prepared and restored tooth. **Paper presented to FDI International Congress**, Singapore, Sept. 1990.
34. HUNT, P.R. A modified class II cavity preparation for glass ionomer restorative materials. **Quintess. Int.**, Berlin, v.15, n.10, p. 1011-1018, Oct. 1984.

35. JAGADISH, S., YOGESH, B.G. Fracture resistance of teeth with class 2 silver amalgam, posterior composite, and glass cermet restorations. **Operative Dent.** Seattle, v. 15, n.2 , p. 42-47, Mar./Apr. 1990.
36. JAMESON, M.W. HOOD, J.A.A., TIDMARSH, B.G. The effects of dehydration and rehydration on some mechanical properties of human dentine. **J. biomechan.** Elmsford, v. 26, n. 9, p. 1055-1065, Sept. 1993.
37. JOYNT, R.B. et al. Effects of composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v.57, n. 4, p. 431-435, Apr. 1989.
38. KHERA, S.C. et al. Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 63, n. 2, p. 139-147, Aug. 1990.
39. \_\_\_\_\_. et al. A three-dimensional finite element model. **Operative Dent.**, Seattle, v. 13, n. 3, p. 128-137, Sept. 1988.
40. LANDY, N.A., SIMONSEN, R.J. Cusp fracture strength in class II composite resin restorations. **J. dent. Res.**, Washington, v.63, p. 175, Febr. 1984. [abstract, 40]
41. LARSON, T.D., DOUGLAS, W.H., GEISTFELD, R.E. Effect of prepared cavities on the strength of teeth. **Operative Dent.**, Seattle, v.6, n. 1, p. 2-5, Mar. 1981.
42. McCAGHREN, R.A., et al. Shear bond strength of light-cured glass ionomer to enamel and dentin. **J. dent. Res.**, Washington, v. 69, n. 1, p. 40-45, Jan. 1990.

43. McCULLOCK, A.J., SMITH, B.G.N. In vitro studies of cuspal movement produced by adhesive restorative materials. **Br. dent. J.**, London, v. 161, n. 6, p. 405-409, Dec. 1986.
44. McCULLOCK, A.J., SMITH, B.G.N. In vitro studies of cusp reinforcement with adhesive restorative material. **Br. dent. J.**, London, v. 161, n. 20, p. 450-452, Dec. 1986.
45. McLEAN, J.W. Glass-ionomer cements. **Br. dent. J.**, London, v. 164, n. 9, p. 293-300, May, 1988.
46. MALCOLM, P.J., HOOD, J.A.A. The effect of cast restoration in reducing cusp flexibility in restored teeth. **J. dent. Res.**, v. 56, n. D207, 1977. [abstract, 67].
47. MARTINS, L.R.M., et al. Fluoride release from glass ionomer cements, subject to demineralization remineralization cycles. Washington, v. 70, p. 638 **J. dent Res**, april, 1991. [abstract 20].
48. MENAKER, L., MORHART, E., NAVIA, J.M., ed II, **Cárie dentária, bases biológicas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. p. 197.
49. MISHELL, Y., SHARE, J. Fracture resistance of class II amalgam vs. light activated composite restorations in vitro. **J. dent. Res.**, Washington, v. 64 p. 293, Febr. 1984. [abstract, 1099]
50. MJÖR, I.A., JOKSTAD, A. Five-year study of class II restorations in permanent teeth using amalgam, glass polyalkenoate (ionomer) cermet and resin-based composite materials. **J. Dent.**, Bristol, v.21, n. 6, p.338-343, Dec. 1993.

51. MONDELLI, J. et alii. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. **J. Prosth. Dent.**, Sant Louis, v. 43 n.4, p. 419-422, apr. 1980.
52. MORIN, D.L., DE LONG, R., DOUGLAS, W.H. Cusp reinforcement by the acid-etch technique. **J. dent. Res.**, Washington, V. 63, n. 8, p. 1075-1078, Aug. 1984.
53. MORIN, D.L., et al. Biophysical stress analysis of restored teeth: experimental strain measurement. **Dent. Mater.**, Washington, v. 4, n. 1 , p. 41-8, Mar. 1988.
54. OLIVEIRA, F.C., DENEHY, G.E., BOYER, D.B. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.115, n.2, p. 57-60, July, 1987.
55. PHILLIPS, W.R. ed IX , **Materiais Dentários**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 136.
56. PORTE, A. et al. Cavity designs for composite resins. **Operative Dent.**, Seattle, v. 9, n.2, p. 50-56, Mar., 1984.
57. PRIOLI, M.V.L. et al. Resistência à fratura de esmalte solapado quando suportado por ionômero de vidro ou por resina composta. **Anais, Semana Odontologica de Piracicaba**, p.55, 1991.
58. RASMUSSEN, S.T. et al. Fracture properties of human enamel and dentin. **J. dent. Res.**, Washington, v. 55, n. 1, p. 154-164, Jan./Feb. 1976
59. REEH, E.S., MESSER, H.H., DOUGLAS, W.H. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. **J. Endod.**, Baltimore, v. 15, n. 11, p. 512-516, Nov. 1989.

60. RODRIGUES FILHO, L.E. **Resistencia à fratura de dentes com restaurações atípicas de diversos materiais**, Tese (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 1994.
61. SANTOS JUNIOR, J. **Oclusão: Seus Fundamentos e Conceitos**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1982. Cap.6 e 7, p.90-139
62. SECCO, A.S., CONCEIÇÃO, E.N., SUFFERT, L.W. Efeito do cermet na manutenção do esmalte sem apoio de dentina em restaurações de málgama. **Revta Fac. Odont. P. Alegre**, Porto Alegre, v. 33, n. 1, p. 5-8. Julho 1992.
63. SERRA, M.C. **Estudo In Vitro do desenvolvimento de cárie em esmalte adjacente a restaurações de cimento de ionômero de vidro ou resina composta**. Tese (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba. UNICAMP, 1989.
64. SHETH, J.J., FULLER, J.L., JENSEN, M.E. Cuspal deformation and fracture resistance of teeth with dentin adhesives and composites. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 60, n. 5, p. 560-569, Nov. 1988.
65. SPEARS, I.R. et al. The effects of enamel anisotropy on the distribution of stress in a tooth. **J. dent. Res.**, Washington, v.72, n. 11, p. 1526-1531, Nov. 1993.
66. TYAS, M.J. Cariostatic effect of glass ionomer cement: a five-year clinical study. **Aust. dent. J.**, St. Leonards, v.36, n. 3, p. 236-239, June, 1991.
67. VALE, W.A. Cavity preparation and further thoughts on high speed. **Br. dent. J.**, London, v. 107, n. 11, p. 333-346, Dec. 1959.

68. VAN NOORT, R., NORTHEAST, S.E. The potential clinical consequences of the new dentine-bonding resins. **Br. dent. J.**, London, v.161, n.20, p. 437-443, Dec. 1986.
69. WIECZKOWSKI JR., G. et al. Effects of incremental versus bulk fill technique on resistance to cuspal fracture of teeth restored with posterior composites. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 60, n. 3, p.283-287, Sept. 1988.
70. ZENKNER, J.E.A., et al. Clinical and radiographic evaluation of cermet tunnel restorations on primary molars. **Quintess. Int.**, Berlin, v. 24, n. 11, p. 783-791, Nov. 1993.