

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

RHUY JACOB CEZAROTTO DALL AGNOL

**INFLUÊNCIA DOS CIMENTOS RESINOSOS NA DEFLEXÃO DE CÚSPIDES E NA  
CARGA DE FRATURA DE PRÉ-MOLARES TRATADOS ENDODONTICAMENTE**

Porto Alegre

2008

RHUY JACOB CEZAROTTO DALL AGNOL

**INFLUÊNCIA DOS CIMENTOS RESINOSOS NA DEFLEXÃO DE CÚSPIDES E NA  
CARGA DE FRATURA DE PRÉ-MOLARES TRATADOS ENDODONTICAMENTE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia-Área de concentração: Dentística Restauradora.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Maria Spohr

Porto Alegre

2008

RHUY JACOB CEZAROTTO DALL AGNOL

**INFLUÊNCIA DOS CIMENTOS RESINOSOS NA DEFLEXÃO DE CÚSPIDES E NA CARGA DE FRATURA DE PRÉ-MOLARES TRATADOS ENDODONTICAMENTE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia-Área de concentração: Dentística Restauradora.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dra. Ana Maria Spohr- PUCRS

---

Prof. Dr. Evandro Piva (UFPel)

---

Prof. Dr. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior- PUCRS

---

## **AGRADECIMENTOS**

*Aos meus pais por me mostrarem os caminhos.*

*Ao meu avô pela parceria desses anos todos.*

*As minhas irmãs pela constante presença*

*A Sú pelos momentos e total cedência dos sentimentos*

*À Prof. Dra. Ana Maria Spohr pelo desenvolvimento dessa idéia e a oportunidade de me permitir desenvolvê-la, pelos momentos e brilhantes soluções para os mais variados problemas, pelos ensinamentos disseminados e amizade, muito obrigado.*

*Ao Prof Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior pela demonstração de seus conhecimentos com toda a objetividade e clareza, além da amizade e incansável ajuda durante todo o curso, obrigado.*

*Ao Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota, com palavras não poderei agradecê-lo, torço por ti.*

*À Prof. Nilza Pereira da Costa por me oportunizar estar aqui e desenvolver meu trabalho, obrigado.*

*Aos meus colegas de mestrado por toda a ajuda, coloco-me a disposição para retribuir todo o auxílio desses anos.*

*Ao Prof Dr. Cezar Augusto Garbin por me mostrar a Odontologia Científica e executável, e pelo auxílio desde a graduação.*

*A PUC/RS e a FO pela excelente infra-estrutura.*

*A todos que contribuíram para a realização dessa pesquisa.*

## RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes cimentos resinosos na deflexão de cúspides e na carga de fratura de dentes com tratamento endodôntico. Quarenta pré-molares superiores foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: 1 – hígidos; 2 - RelyX ARC; 3 - RelyX U100; 4 - Maxcem. Os dentes dos grupos 2, 3 e 4 receberam preparos MOD, seguido de moldagem com silicone por adição e vazamento de gesso tipo IV. Sobre cada modelo foi confeccionada uma restauração *inlay* em resina composta Z250. As restaurações foram cimentadas com os cimentos resinosos, de acordo com cada grupo experimental, seguindo as instruções dos fabricantes. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas. Em máquina de ensaio universal, uma carga de 200 N foi aplicada na região oclusal com esfera de aço de 8 mm de diâmetro e, com o auxílio de um micrômetro posicionado nas faces vestibular e palatina, a deflexão das cúspides foi medida antes e após a carga. Em seguida, os corpos-de-prova foram submetidos à compressão axial com a esfera de aço até ocorrer a fratura. De acordo com ANOVA e teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), o grupo 1 apresentou a menor média de deflexão de cúspide (4 $\mu$ m), não diferindo estatisticamente do grupo 2 (12 $\mu$ m) ( $p > 0,05$ ). O grupo 3 (39 $\mu$ m) e 4 (56 $\mu$ m) apresentaram as maiores médias, diferindo estatisticamente dos grupos 1 e 2 ( $p < 0,05$ ). O grupo 1 teve a maior média de carga de fratura (1982 N), diferindo estatisticamente dos grupos 2 (690 N), 3 (465 N) e 4 (679 N), os quais não diferiram entre si. As *inlays* fixadas com os cimentos resinosos auto-adesivos RelyX U100 e Maxcem proporcionaram maior deflexão de cúspides. Os valores de carga de fratura para as *inlays* fixadas com os cimentos resinosos foram semelhantes entre si e não reproduziram a carga de fratura dos dentes hígidos. Houve predominância de falhas consideradas recuperáveis, independente do cimento resinoso empregado.

**Palavras-chave:** cimento resinoso. resistência à fratura. deflexão de cúspides.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of different resin cements in the cusps deflection and fracture load of teeth with endodontic treatment. Forty superior premolars were randomly divided into four groups: 1 – sound teeth; 2 – Rely X ARC; 3 – RelyX U100; 4 – Maxcem. The teeth from groups 2, 3 and 4 received a MOD preparation. Impressions were made with vinyl polysiloxane and poured using type IV die stone. Inlays with Z250 composite resin were built over each cast and luted with the resin cements according manufacture's instructions. The specimens were stored in distilled water at 37° C for 24 hours. The specimens were positioned in a universal testing machine and a load of 200 N was applied in the occlusal region with a steel rod with 8 mm in diameter. The cusp deflection was measured after and before the load by means a micrometer that contacted the buccal and palatine faces. After that, the specimens were submitted to an axial load until failure. According to ANOVA and Tukey's test ( $\alpha = 0,05$ ), group 1 presented the lowest cusp deflection mean (4  $\mu\text{m}$ ), not differing statistically from group 2 (12  $\mu\text{m}$ ). Group 3 (39  $\mu\text{m}$ ) and 4 (56  $\mu\text{m}$ ) presented the highest means, differing statistically from groups 1 and 2 ( $p < 0,05$ ). Group 1 had the highest fracture load mean (1982 N), differing statistically from groups 2 (690 N), 3 (465 N) and 4 (679 N), which did not differ between them. The *inlays* luted with RelyX U100 and Maxcem achieved higher cusp deflection. The fracture loads of inlays luted with the resin cements were similar between them and did not reproduced the fracture load of sound teeth. Most of failures found permits restorative treatment, independent of the resin cement.

**Key-words:** resin cement. fracture strength. cusps deflection.

## LISTA DE FIGURAS

Figura - 1: Raiz do dente incluída em resina acrílica: A) vista lateral; B) vista frontal.	45
Figura - 2: : Padronização dos preparos cavitários: A) montagem da caneta de alta rotação e o conjunto dente/resina acrílica na base de microscópio; B) confecção do preparo cavitário.	47
Figura - 3: Esvaziamento da câmara pulpar concluído.	48
Figura - 4: Moldagem dos preparos: material de consistência pesada no cilindro de PVC e material de consistência leve no preparo.	49
Figura -5: Micrômetro posicionado para medida de deflexão de cúspides	53
Figura - 6: Micrômetro posicionado nas esferas de resina composta e carga de 200 N na região oclusal com esfera de aço de 8 mm de diâmetro.	53
Figura – 7: Ensaio de compressão para verificar a carga de fratura.	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela – 1: Composição, lote e fabricante dos materiais	42
Tabela - 2 Valores das médias da deflexão de cúspide nos diferentes grupos experimentais	56
Tabela - 3: Valores médios de carga de fratura dos diferentes grupos experimentais	57
Tabela - 4: Distribuição do tipo de fratura em relação ao grupo pertencente	58

## LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

%	Porcentagem
µm	Micrômetro
C°	Graus Celsius
DO	Disto Oclusal
g/mm <sup>2</sup>	Gramas por milímetro quadrado
JCE	Junção cimento-esmalte
Kg	Kilogramas
Kgf	Kilograma força
KN	Kilonewton
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
mm	Milímetros
mm/min	Milímetro por minuto
mW/cm <sup>2</sup>	Miliwatts por centímetro quadrado
MD	Mésio Distal
MOD	Mésio Ocluso Distal
n	Tamanho da amostra
VL	Vestíbulo Lingual
N	Newton
P	Probabilidade
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PVC	Poli Cloreto Vinila

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
3.1 RESISTÊNCIA À FRATURA.....	14
3.2 RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE.....	21
3.3 CIMENTOS RESINOSOS.....	24
3.4 DEFLEXÃO DE CÜSPIDES.....	35
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
4.1 MATERIAIS.....	42
4.2 MÉTODOS.....	43
<b>4.2.1 Preparo dos dentes.....</b>	<b>44</b>
4.2.1.1 <i>Inclusão.....</i>	44
4.2.1.2 <i>Preparo cavitário MOD.....</i>	45
4.2.1.3 <i>Esvaziamento da câmara pulpar.....</i>	47

<b>4.2.2 Procedimentos restauradores.....</b>	<b>48</b>
4.2.2.1 <i>Confecção das restaurações de resina composta.....</i>	48
4.2.2.2 <i>Procedimentos de cimentação.....</i>	50
4.2.2.2.1 <i>Tratamento da superfície interna.....</i>	50
4.2.2.2.2 <i>Tratamento da superfície dentária.....</i>	51
<b>4.2.3 Teste de deflexão de cúspides.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.4 Carga de fratura.....</b>	<b>54</b>
<b>4.2.5 Análise do tipo de fratura.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2.6 Análise estatística .....</b>	<b>55</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
5.1 Deflexão de cúspides.....	56
5.2 Carga de fratura.....	57
5.3 Análise do tipo de fratura.....	58
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCRS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO B- APROVAÇÃO DA COMISSÃO CIENTÍFICA E DE ÉTICA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA PUCRS</b> .....	73

## 1 INTRODUÇÃO

A perda de estrutura dental coronária, seja por cárie ou traumatismos, reduz significativamente a resistência à fratura dos dentes, além de potencializar o risco de fraturas dentais (MONDELLI, 1980; CAVEL; KELSEY; BLANKENAU, 1985).

A resistência à fratura de um dente está diretamente relacionada à quantidade de estrutura sadia remanescente que o mesmo possui. A remoção das cristas marginais, o aumento na largura do istmo e o aumento na profundidade do preparo no sentido ocluso-gengival são as principais razões para a diminuição dessa resistência (MONDELLI *et al.*, 1980; SANTOS; BEZERRA, 2005; SHAHRBAF *et al.*, 2007). Dentes com tratamento endodôntico são o exemplo mais extremo de profundidade excessiva de assoalho pulpar, em virtude do acesso à câmara pulpar e à instrumentação do canal radicular, levando a uma maior fragilidade da estrutura dentária (TAKAHASHI *et al.*, 2001; SANTOS; BEZERRA, 2005).

Naturalmente, os dentes posteriores sofrem deflexão das cúspides sob cargas devido ao seu desenho estrutural. Quando realizado o tratamento endodôntico e preparos cavitários MOD, ocorre aumento nesta tendência à deflexão das cúspides sob cargas mastigatórias. Com o tempo, os estresses repetidos podem reduzir a resistência à fratura, havendo a fratura do dente mesmo sob forças inferiores às necessárias para fraturar a estrutura hígida. Portanto, é importante que a restauração coronária tenha a capacidade de restaurar a um certo nível a rigidez original do dente para diminuir a fadiga mecânica das cúspides (CERUTTI *et al.*, 2004).

Inúmeras técnicas e materiais restauradores têm sido indicados para a recuperação da rigidez estrutural dos dentes tratados endodonticamente (YAMADA, TSUBOTA; FUKUSHIMA, 2004). No entanto, em virtude das exigências estéticas atuais, os materiais de maior eleição são as resinas compostas e as cerâmicas,

associadas aos sistemas adesivos e cimentos resinosos, os quais favorecem o reforço da estrutura fragilizada (SANTOS; BEZERRA, 2005; CAMACHO *et al.*, 2007).

Os cimentos resinosos ganharam grande popularidade nos últimos anos devido às suas excelentes propriedades mecânicas (resistência à compressão, baixa solubilidade, maior resistência ao desgaste), estética e possibilidade de união a materiais restauradores quando comparados com os cimentos convencionais. Os cimentos resinosos podem ser classificados de acordo com o tamanho das partículas de carga, a viscosidade e a forma de polimerização. Estes podem ser ativados quimicamente, fotoativados ou duais (MAK *et al.*, 2002; YANG *et al.*, 2006).

Uma nova categoria de cimentos resinosos, os auto-adesivos, tem ganhado preferência do clínico pela facilidade de uso e menor tempo empregado nos procedimentos de cimentação. Estes dispensam a utilização de condicionamento ácido prévio, lavagem, secagem e aplicação de sistema adesivo, eliminando assim parte da sensibilidade da técnica. No entanto, apesar da maior facilidade para aplicação, é importante que estes materiais auto-adesivos tenham a capacidade de unirem-se adequadamente tanto às estruturas dentárias como ao material restaurador, proporcionando resistência ao dente.

A maioria dos estudos avaliam a resistência de união dos cimentos auto-adesivos ao esmalte e à dentina (DE MUNCK *et al.*, 2004; ABO-HAMAR *et al.*, 2005), assim como suas propriedades mecânicas (KUMBULOGLU *et al.*, 2004). Porém, não há estudos evidenciando a influência destes cimentos sobre a deflexão de cúspides e a resistência final de pré-molares tratados endodonticamente.

Este estudo foi realizado sob a hipótese nula de que não há diferença na magnitude da deflexão de cúspides e na carga de fratura de pré-molares tratados endodonticamente quando restaurados com *inlays* em resina composta fixadas ao preparo com diferentes cimentos resinosos.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de três cimentos resinosos, um convencional e dois auto-adesivos, na deflexão de cúspides, na carga de fratura e no tipo de fratura em pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com *inlays* em resina composta.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Devido aos diferentes enfoques, a revisão da literatura foi subdividida em tópicos: resistência à fratura; resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente; cimentos resinosos; deflexão de cúspides.

#### 3.1 Resistência à Fratura

Mondelli *et al.* (1980) avaliaram a resistência à fratura de pré-molares superiores com distintas aberturas oclusais. Os dentes receberam diferentes preparos cavitários, tendo como variável independente o comprimento vestibulo-palatino. Os dentes preparados foram submetidos à carga compressiva em máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5 mm/min. Uma esfera de aço de 4 mm de diâmetro contactou simultaneamente as cúspides vestibulares e palatinas, simulando o contato oclusal com o pré-molar inferior. Os resultados mostraram que os dentes do grupo controle (hígidos) proporcionaram as maiores médias de resistência à fratura (140,8 Kgf). À medida que os tecidos duros foram removidos, os valores médios da resistência foram diminuindo. Os autores concluíram que todos os tipos de preparos oclusais diminuíram a resistência à fratura dos dentes. O preparo oclusal classe I apresentou resistência à fratura maior do que a obtida no preparo classe II de igual largura.

Com o objetivo de verificar os fatores que levam à fratura dental, Cavel, Kelsey e Blankenau (1985) avaliaram clinicamente 118 molares e pré-molares, considerando os fatores relacionados à localização no arco dentário, tipo de dente,

cúspide fraturada, material restaurador, superfícies envolvidas na restauração, abertura vetíbulo-lingual e o antagonista. As fraturas ocorreram igualmente em ambos os arcos (59 fraturas na mandíbula e 59 na maxila). Na mandíbula, uma ocorrência maior de fraturas foram observadas nos molares (53) e apenas 6 nos pré-molares. Na maxila, 30 fraturas ocorreram nos molares, enquanto que 29 em pré-molares. Um maior número de fraturas (36) ocorreram nas cúspides vestibulares (não-funcionais) e 25 nas cúspides palatinas (funcionais). O mesmo comportamento foi observado na mandíbula, onde um número maior de fraturas (51) ocorreu em cúspides não-funcionais que em funcionais (14). Um índice mais elevado de fraturas foi observado em dentes restaurados com amálgama e abertura vestibulo-lingual ampla com três ou mais faces envolvidas. Os autores concluíram que uma criteriosa avaliação deve ser realizada na resistência das cúspides quando envolver três ou mais superfícies restaurada, bem como a abertura vestibulo-lingual ampla. Deve-se indicar o recobrimento das cúspides com amálgama ou metal para a proteção das cúspides debilitadas.

Trinta pré-molares superiores foram selecionados para o estudo de Stampalia *et al.* (1986) com o objetivo de determinar a magnitude de resistência à fratura. Foram criados três grupos: 1- hígido; 2: preparo MOD e restaurado com amálgama de prata; Grupo 3: preparo MOD e restaurado com resina composta. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência à fratura em máquina de ensaio universal com velocidade constante de 5 mm/min. Uma barra cilíndrica com diâmetro que variou de 3,9 a 5mm foi posicionada na vertente das cúspides vestibular e palatina, sem contato com a restauração. O grupo 1 apresentou os maiores valores de resistência à fratura (127,8 Kg), sendo estatisticamente superior aos dentes restaurados. Os grupos 2 (78,7 Kg) e 3 (78,3 Kg) não apresentaram diferenças significativas entre si. Praticamente não houve fratura das restaurações de amálgama, mas fratura das estruturas dentais. Seis das restaurações do grupo 3 foram completamente separadas das estruturas dentais, enquanto que as outras cinco tiveram um bloco ou fragmento de resina aderido à estrutura dental. Os resultados demonstram que a fratura dental, nesse estudo, esteve dependente apenas do remanescente dentário, já que as fraturas ocorreram com a mesma intensidade de carga. Devido a uma variação observada no gráfico os autores

puderam constatar uma segunda força, a qual agiu sobre a interface adesiva, determinando a falência adesiva. Segundo os autores isso demonstrou que a adesividade é limitada pela força máxima de resistência à fratura. Assim, a conclusão dos autores relata que a deflexão de cúspide esteve reduzida enquanto forças fisiológicas estiveram aplicadas, contudo quando este limiar foi ultrapassado observaram-se falhas adesivas. Restaurações adesivas reduzem a propagação de trincas, o que diminui as falhas por fadiga devido à diminuição do seu estresse interno.

Em 1992, Burke fez uma revisão de literatura sobre fratura dental *in vivo* e *in vitro*. Relatou que estruturas dentárias comprometidas por amplas lesões de cárie e/ou associadas a extensas restaurações estão mais propensas à fratura dental, e que a incidência das fraturas pode ser diminuída pelo recobrimento das cúspides. Dentre as metodologias, elas podem ser divididas em destrutivas (aplicação de força até a fratura) ou não-destrutivas (medidores de tensão, técnicas fotoelásticas, modelos matemáticos através dos elementos finitos), podendo sofrer variação em relação aos tipos de dentes utilizados, preparos cavitários, inclinação e localização das forças aplicadas (vertente das cúspides e restauração), velocidade dos testes, forma dos modelos dos dispositivos de compressão (esfera, barra cilíndrica e dispositivos personalizados), com ou sem preparos para pontos de apoio para estabilização da carga aplicada. Um ponto fundamental na utilização das técnicas destrutivas é a localização da esfera ou barra, responsáveis pela transmissão da carga. Esta deve estar em contato apenas com as vertentes triturantes vestibulares e linguais e não com a restauração. Nessas condições, quando uma força de compressão é aplicada sobre o dente, as cúspides vestibulares e linguais são colocadas sob estresse de compressão e deformam externamente com uma resultante de tensão na interface dente/restauração. Entretanto, se essa força for aplicada somente sobre a restauração ela será transmitida da restauração para o substrato dental e, conseqüentemente, deixa um estresse de tensão na interface dente/restauração. Observando a dimensão da cavidade e a extensão do preparo, as fraturas mais severas foram observadas em restaurações mais profundas. O acesso aos canais radiculares associado a um preparo MOD teve sua resistência diminuída na ordem de 55%, em relação aqueles com apenas um tipo de preparo.

Outro ponto que deve ser considerado são as forças aplicadas durante os testes, que devem ser fisiológicos. Valores considerados saudáveis oscilam entre 300 e 500N, mas com grandes variações individuais. Em sujeitos com sintomas de alterações temporomandibulares, a média de força de mordida foi de 417N, com intervalos de 191-802N.

Dalpino *et al.* (2002) avaliaram a resistência a fratura de diferentes métodos restauradores. Cinquenta e seis pré-molares superiores foram selecionados e divididos em sete grupos: 1- dente hígido; 2- cavidade MOD com largura correspondente à metade da distância intercuspídea com ângulos internos arredondados, paredes convergentes e sem restauração; 3- preparo MOD com largura correspondente à metade da distância intercuspídea e paredes divergentes e sem restauração; 4- idêntico ao grupo 2, mas restaurado com resina composta direta (Single Bond+Filtek Z250, 3M/ESPE); 5- idêntico ao grupo 3 e restaurado com resina composta indireta Artglass (Hereaus Kulzer / SingleBond+RelyX ARC, 3M ESPE); 6- idêntico ao grupo 3, mas restaurado com resina composta indireta Targis Vectris (Ivoclar,/SingleBond+RelyX ARC); 7- idêntico ao grupo 3, mas restaurados com cerâmica Empress (Ivoclar/SingleBond+RelyX ARC). Os corpos-de-prova foram submetidos à carga compressiva em máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5 mm/s. Os resultados obtidos foram: 1- 1,91 KN, 2- 1,06 KN, 3- 0,93 KN, 4- 1,45 KN, 5- 1,84 KN, 6- 1,81 KN e 7- 1,77 KN. Os dentes restaurados com resina composta melhoraram a resistência à fratura em no máximo 76%, enquanto que os grupos restaurados com *inlays* melhoram a resistência à fratura em no máximo 95%. Não houve diferença estatística entre o grupo 1 e os grupos 4, 5, 6 e 7. Fraturas longitudinais ou fraturas de pelo menos uma cúspide foram observadas nos dentes restaurados com procedimentos indiretos, envolvendo mais que a metade da restauração, enquanto que as restaurações em resina apresentaram menos severidade nas fraturas, limitando-se a uma cúspide. Os autores concluíram que restaurações indiretas podem ser satisfatoriamente indicadas para a reabilitação de dentes com amplas perdas estruturais e que, independente do tipo de preparo cavitário, existe um enfraquecimento dos dentes.

Em um estudo clínico conduzido por Bader, Shugars e Sturdevant (2004) foram avaliadas fraturas dentais em 517 pacientes. Na região da maxila os primeiros

e segundos molares juntamente com os pré-molares fraturam com a mesma frequência, sendo a dos pré-molares as mais severas. Na mandíbula, os primeiros molares foram acometidos em aproximadamente 50%. As fraturas em dentes superiores e inferiores ocorreram com a mesma frequência e as cúspides sem proteção foram mais comumente afetadas. A maior parte dos dentes fraturados recebeu restaurações diretas em sessão única. 3% dos dentes fraturados foram condenados à extração, enquanto 4% deles receberam terapia endodôntica. Os autores concluíram que o conhecimento e as conseqüências das fraturas dentais auxiliam os cirurgiões-dentistas e os pacientes a decidirem, de maneira científica, o tipo de procedimento restaurador para oferecer os menores riscos de fratura às estruturas dentais.

Schwartz e Robbins (2004) consideraram em seu estudo que restaurar dentes tratados endodonticamente é um tópico extensivamente estudado e ainda são encontradas controvérsias sob muitas perspectivas. Este trabalho foi baseado em artigos recentes, apesar da literatura clássica também ser discutida. Os autores enfocaram a utilização de pinos e o tipo de restauração em dentes tratados endodonticamente. Após ser feita uma revisão de vários artigos científicos, concluíram que o procedimento restaurador com cobertura de cúspides é o mais eficiente para prevenir a deflexão e conseqüente fratura das cúspides. Ainda, consideraram que os premolares são os dentes mais suscetíveis a forças laterais durante a mastigação, sendo que a estrutura dentária remanescente e a demanda funcional são fatores determinantes na sua resistência à fratura. Por esses motivos, a proteção das estruturas dentárias de dentes premolares foi considerada, por esses autores, ser de suma importância.

Da Silva, Hilgert e Busato (2004) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a resistência e o modo de fratura de dentes restaurados com *inlays* fabricadas com diferentes materiais. Para isso, 40 pré-molares hígidos foram fixados verticalmente com resina acrílica em cilindros de PVC, realizado preparo cavitário MOD e divididos randomicamente em quatro grupos de acordo com o material restaurador: Grupo A: cerâmica Vitadur Alpha (Vita); Grupo B: resina composta Zeta (Vita); Grupo C: resina composta Targis (Ivoclar Vivadent); Grupo D: resina composta Solidex (Shofu). Todas as *inlays* foram cimentadas com cimento resinoso Opal (KG Sorensen) de

acordo com as instruções do fabricante. Os corpos-de-prova foram armazenados em solução salina por 24 horas a 37° C e submetidos ao teste de resistência à fratura por meio de carga axial compressiva com velocidade de 0,5 mm/min em máquina de ensaio universal. A média de resistência à fratura do grupo A (1070 N) foi superior aos outros grupos, mas ANOVA revelou que não houve diferença estatística entre os quatro grupos. O grupo A apresentou mais fraturas severas que os outros grupos, o que pode ser explicado devido ao desfavorável módulo de elasticidade que transmitiu altas forças para a estrutura dental remanescente, causando fraturas em maiores proporções. Os autores concluíram que *inlays* confeccionadas com materiais cerâmicos ou resinosos, utilizados nesse estudo, apresentaram similar resistência à fratura, mas diferiram no padrão de fratura.

Attia *et al.* (2006) avaliaram a influência de cargas cíclicas e termociclagem na resistência à fratura de três diferentes materiais para cimentação de coroas confeccionadas com dois materiais restauradores. Cento e vinte e dois pré-molares foram incluídos em cilindros plásticos de PVC e fixados com gesso, havendo simulação do ligamento periodontal. Os dentes receberam preparo padronizado para coroa total: Grupo 1 foi restaurado com cerâmica feldspática usinada Vita Mark II (Vita), grupo 2 com resina composta híbrida laboratorial MZ100 Blocks (3M/ESPE). As restaurações foram confeccionadas pelo sistema CAD/CAM (CEREC 3, Sirona). Os dois grupos foram subdivididos em três grupos de dezesseis amostras cada, de acordo com o material de cimentação utilizado: RelyX ARC (3M/ESPE), FujiCEM (GC) e grupo Harvard cement (Harvard Dental). Os corpos-de-prova receberam fadiga mecânica de 600.000 ciclos mastigatórios e 3.500 ciclos de termociclagem, sendo então submetidos à carga compressiva em uma máquina de ensaio universal com velocidade constante de 1mm/min. O material restaurador não teve influência significativa nos resultados, enquanto o agente de cimentação e a termociclagem tiveram influência significativa. Quando cimentos adesivos foram utilizados, independente da termociclagem, a média de resistência à fratura foi significativamente maior quando comparadas com cimentação convencional. Sem a termociclagem, as diferentes coroas cimentadas adesivamente e os dentes naturais não foram diferentes, enquanto os cimentados convencionalmente exibiram menor resistência à fratura. Após a termociclagem, todos os grupos apresentaram menor

resistência à fratura que o dente hígido (958,3 N). Os autores concluíram que a termociclagem diminuiu significativamente a resistência à fratura das coras confeccionadas em CAD/CAM, independente do material e do agente de cimentação. Procedimentos de cimentação adesiva aumentaram a resistência à fratura das coroas em CAD/CAM de resina composta laboratorial e cerâmica quando comparadas com a cimentação convencional com fosfato de zinco.

Habekost *et al.* (2006) avaliaram a resistência à fratura de dentes com diferentes desenhos de preparos cavitários e restaurados com dois tipos de materiais cerâmicos submetidos a diferentes métodos de aplicação de carga. Cento e quarenta pré-molares foram incluídos em cilindros de PVC e fixados com resina acrílica 1 mm abaixo da junção cimento esmalte (JCE). Os dentes foram divididos em três grupos de 40 dentes cada, de acordo com o desenho da cavidade: *inlay*, *onlay* parcial e *onlay* total. Vinte dentes foram mantidos hígidos para servirem como grupo controle. Vinte dentes de cada grupo receberam restaurações com cerâmica feldspática Super Porcelain EX-3 (Noritake) e os outros 20 com cerâmica feldspática reforçada com 10% de óxido de alumínio Vitadur Alpha (Vita). Todas as restaurações foram cimentadas com cimento resinoso Enforçe (Dentsply). Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de compressão em máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5 mm/minuto usando duas dimensões de esferas metálicas, 3 mm e 10 mm. Com a esfera de 10 mm, os valores médios de resistência à fatura foram maiores que os obtidos com a esfera de 3 mm. *Inlays* apresentaram melhores resultados quando comparados com as *onlays* parciais e totais. A única variável que não demonstrou diferença estatística foi o material cerâmico utilizado. Nenhum dos grupos avaliados ofereceu resistência à fratura superior a 60% do grupo controle. Com a esfera de 10 mm houve maior incidência do padrão III, enquanto que nos outros grupos o padrão I foi o predominante. Os autores concluíram que nenhum dos tratamentos propostos ofereceu resistência à fratura similar que o dente hígido, e as *inlays* forneceram maior resistência em comparação com os outros desenhos cavitários.

Fonseca *et al.* (2007) avaliaram a influência de diferentes preparos cavitários no modo e resistência à fratura de dentes restaurados com resinas compostas laboratoriais. As raízes de 90 terceiros molares humanos foram montados em

cilindros plásticos com resina poliacrílica, havendo a simulação do ligamento periodontal. Os dentes foram divididos em nove grupos de acordo com o preparo cavitário. Duas variáveis foram consideradas durante o preparo dental: comprimento (estreito, com 2,5 mm de distância intercuspídea e largo, com 5 mm de distância intercuspídea) e o recobrimento das cúspides [em quatro níveis, sem recobrimento das cúspides (*inlay*), *onlay* com recobrimento de uma cúspide, *onlay* com recobrimento de duas cúspides e *onlay* com recobrimento de todas as cúspides]. Todos os preparos foram moldados com silicone de condensação e vazados com gesso tipo IV. As restaurações foram confeccionadas em resina composta laboratorial SR Adoro (Ivoclar). A cimentação foi realizada como o cimento resinoso RelyX ARC (3M/ESPE) de acordo com as instruções do fabricante. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de compressão axial em máquina de ensaio universal. Houve diferença estatística entre o grupo controle e os grupos que receberam restaurações quanto a resistência à fratura. Nenhuma diferença estatística foi encontrada quando comparada a distância intercuspídea, o recobrimento das cúspides e a interação desses fatores. A análise dos modos de fratura indicou que 27,5% dos dentes restaurados tiveram fraturas com envolvimento radicular. Os autores concluíram que diferentes desenhos de preparos cavitários não tiveram influência na resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta laboratorial.

### **3.2 Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente**

O estudo de Reeh, Messer e Douglas (1989) avaliou a consequência dos procedimentos endodônticos e restauradores na perda da resistência à fratura das estruturas dentais. Com o auxílio de um dispositivo servo-hidráulico foram geradas cargas oclusais, não destrutivas, em segundos pré-molares superiores. No esmalte

vestibular e palatino, acima da JCE, foi fixado um dispositivo medidor da tensão de esforço (rigidez). Uma curva de tensão e deformação foi gerada antes e após os diferentes procedimentos realizados. Dois conjuntos de procedimentos foram realizados: 1- (a) hígido; (b) acesso endodôntico; (c) instrumentação dos canais; (d) obturação dos canais; (e) preparo cavitário MOD; 2- (a) hígido; (b) preparo cavitário oclusal; (c) preparo cavitário de duas superfícies; (d) preparo cavitário MOD; (e) acesso endodôntico; (f) instrumentação dos canais e (g) obturação dos canais. Procedimentos endodônticos isolados tiveram pouca influência na rigidez, reduzindo em apenas 5%. Quando um preparo MOD foi realizado, houve uma redução de 69% da rigidez original. No segundo grupo de dentes, as preparações cavitárias foram realizadas em seqüência. A abertura oclusal do preparo foi de 1/3 da distância intercuspídea e resultou em uma redução de 20% da rigidez. Quando uma das cristas marginais foi removida, houve uma redução de 46% da rigidez e, quando um preparo MOD foi realizado, redução de 63%. Os autores concluíram que os procedimentos endodônticos produziram uma redução de apenas 5% na rigidez, enquanto que a perda de ambas as cristas marginais contribuíram diretamente para a perda de resistência do dente.

Para avaliar o efeito dos procedimentos adesivos na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, Steele e Johnson (1999) selecionaram 46 pré-molares extraídos que foram divididos em sete grupos de acordo com o tipo de tratamento a ser realizado: Grupo 1- hígido; Grupo 2- dente com acesso endodôntico padrão; grupo 3- preparo cavitário tipo MOD, acesso endodôntico amplo, instrumentação das raízes até o diâmetro das limas em 30 a 40 e obturação com guta percha pela técnica de condensação lateral; Grupo 4- mesmo preparo do grupo 3 e restauração com amalgama de prata; grupo 5- mesmo procedimento do grupo 4, mas antes da aplicação de amalgama as estruturas de esmalte e dentina foram tratadas com ácido cítrico e sistema adesivo Amalgambond (Parkell); grupo 6 - mesmo preparo do grupo 3, mas com condicionamento das estruturas dentais com ácido fosfórico a 37%, aplicação de sistema adesivo (Scotchbond, 3M) e restauração com resina composta (Prisma APH, Caulk) pela técnica incremental; grupo 7- restauração igual ao grupo 6 e aplicação de adesivo à base de 4-META. Os dentes foram montados verticalmente em cilindros metálicos e fixados com resina

acrílica 1 mm abaixo da JCE. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de compressão em máquina de ensaio universal com velocidade constante de 0,75 mm/min. O grupo 1 apresentou a maior média de resistência à fratura (83,0 Kgf), e o grupo 3 apresentou a menor média (34,2 Kgf). Os grupos 1 e 2 foram similares na resistência à fratura, e os outros grupos não diferiram estatisticamente entre eles.

Takahashi *et al.* (2001) consideraram que dentes tratados endodonticamente são mais suscetíveis à fratura por causa da perda de estrutura. O estudo teve como objetivo avaliar o aumento de resistência à fratura de premolares superiores tratados endodonticamente e restaurados com resina composta com proteção de cúspides. Quarenta premolares foram divididos em quatro grupos: 1) intactos, 2) com preparo cavitário e acesso endodôntico, e restaurados com resina sem cobertura de cúspides, 3) idem grupo 2 mas com cobertura de cúspides, 4) com preparo cavitário e acesso endodôntico, mas sem restauração. Os corpos-de-prova foram sujeitos à compressão até fratura. Encontraram que o grupo 3 (917 N) apresentou a maior resistência à fratura, tendo diferença estatística para os outros grupos: Grupo 1 (752 N), Grupo 2 (550 N), Grupo 4 (251 N). Concluíram que a cobertura de cúspides por resina composta pode ser uma alternativa para pré-molares tratados endodonticamente.

Soares *et al.* (2004) consideraram que o tipo de restauração pode influenciar a resistência à fratura de um elemento dentário, visto que os materiais restauradores não apresentam comportamento semelhante ao esmalte e dentina, formando um componente mecanicamente estável. Portanto, avaliaram a resistência à fratura de 60 molares inferiores restaurados com quatro diferentes tipos de restaurações adesivas: uma cerâmica feldspática (Duceram LFC) e três resinas composta laboratoriais (Solidex, Artglass e Targis). Foram confeccionadas restaurações MOD e, após as restaurações estarem cimentadas, os corpos-de-prova foram submetidos à carga axial de compressão com velocidade de 0,5 mm/minuto empregando uma esfera de aço de 4 mm de diâmetro. O tipo de fratura foi avaliado a partir da seguinte classificação: tipo 1 – fratura isolada da restauração; tipo 2 – fratura da restauração envolvendo uma pequena porção do dente; tipo 3 – fratura da restauração e menos da metade do dente, sem envolvimento periodontal; tipo 4 – fratura que envolve mais da metade do dente, mas sem envolvimento periodontal; tipo 5 – fratura de

mais da metade da restauração, com envolvimento periodontal e com prognóstico duvidoso em relação a manter o elemento dentário na boca. A análise estatística demonstrou que os dentes restaurados com cerâmica (205,44 Kgf) apresentaram resistência à fratura estatisticamente inferior do que os outros grupos (Targis: 304,23 Kgf; Artglass: 299,87 Kgf; Solidex: 293,16 Kgf), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, em relação ao tipo de fratura, o grupo restaurado com cerâmica foi o que apresentou mais fraturas tipo 1, enquanto que, os grupos com restaurações de resina apresentaram um maior número de fraturas com envolvimento periodontal, sendo que para duas resinas o maior número de fraturas ocorreu no tipo 5, com conseqüências mais catastróficas para o seu prognóstico.

Yamada, Tsubota e Fukushima (2004) compararam a resistência à fratura de dentes restaurados com diferentes materiais e cimentos. Oitenta pré-molares foram divididos em oito grupos: Grupo 1: dentes hígidos; Grupos 2 a 8: tratamento endodôntico, sendo os canais restaurados com resina composta (DC Core, Kuraray). Foram confeccionadas cavidades do tipo MOD. Nos grupos 6 a 8 um preparo adicional foi realizado de 1,5 mm nas pontas de cúspide, assim formando uma *onlay*. Os grupos foram restaurados da seguinte forma: Grupo 2: sistema adesivo MEGA Bond (Kuraray) e resina composta Clearfil AP-X (Kuraray); Grupo 3: resina composta Clerafill AP-X sem sistema adesivo; Grupo 4: *inlay* metálica com cimento resinoso Alloy Primer + Panavia Fluore Cement (Kuraray); Grupo 5: *inlay* metálica com fosfato de zinco Elite Cement 100 (GC); Grupo 6: *onlay* metálica com cimento resinoso Alloy Primer + Panavia Fluoro Cement; Grupo 7: *onlay* metálica com fosfato de zinco Elite Cement 100; Grupo 8: *onlay* em resina composta Estenia (Kuraray) com cimento resinoso Panavia Fluoro Cement. Todos os produtos foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os grupos foram submetidos ao teste de fratura em uma máquina de ensaio universal com velocidade de 0,75 mm/min. A carga foi localizada na cúspide lingual com um ângulo de 150 graus em relação ao longo eixo. Os grupos ainda foram classificados, após a fratura, em restaurável ou não restaurável. O grupo 6 (943 N) apresentou a maior resistência à fratura quando comparado com os outros grupos. A média de resistência à fratura do grupo 1 foi de 825 N, a qual não diferiu do grupo 4 e foi maior que a dos grupos 2, 3, 5, 7 e 8. Mais de 90% das fraturas dos grupos 2, 3 e 5 foram restauráveis, enquanto apenas 10%

das fraturas do grupo 6 foram restauráveis. Os autores concluíram que pré-molares com tratamento endodôntico e cavidades tipo MOD devem ser restaurados com procedimentos indiretos e cimentações adesivas, mas o modo de fatura apresenta-se mais desfavorável.

Comparar a resistência à fratura de pré-molares superiores restaurados com técnicas direta e indireta foi o objetivo de Santos e Bezerra (2005). Quarenta dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=10): grupo 1 – dentes hígidos; grupo 2 – preparo cavitário MOD com abertura vestibulo-lingual de metade da distância intercuspídea, tratamento endodôntico e sem restauração; grupo 3 – idem ao grupo 2, mas com restauração em resina composta direta (Z100, 3M); grupo 4 – idem ao grupo 2, com restauração em cerâmica (Empress, Ivoclar-Vivadent). Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de compressão com esfera de aço de 8 mm de diâmetro com velocidade de 0,5 mm/min., até ocorrer a fratura. O preparo cavitário enfraqueceu significativamente a estrutura dentária (49 Kg). A resistência à fratura dos dentes restaurados com resina composta direta (105,4 Kg) não diferiu significativamente da resistência dos dentes restaurados com cerâmica (82,7 Kg). Nenhum dos materiais foi capaz de devolver a resistência à fratura original do dente (1338,4 Kg). Os autores concluíram que o preparo cavitário enfraquece significativamente a estrutura dentária, e que as restaurações do tipo *inlay* diretas e indiretas podem parcialmente reestruturar a resistência à fratura de dentes enfraquecidos pelo preparo cavitário.

Habekost *et al.* (2006) avaliaram a resistência à fratura de pré-molares restaurados com diferentes materiais, sob carga axial. A resistência à fratura foi testada usando duas esferas de metal com 3 mm (para aplicação de força na fossa central) e 9 mm de diâmetro (para aplicação de força nas cúspides). Cinco técnicas restauradoras foram escolhidas para preparos MOD em 50 dentes (n=10): resina composta direta, resina composta indireta, cerâmica, amálgama convencional, e amálgama aderido. Mais 10 dentes foram mantidos hígidos para grupo controle. As amostras foram submetidas à carga com velocidade de 0,5 mm/minuto, através de dois diâmetros de esferas (3 e 10 mm). As restaurações de cerâmica apresentaram os valores mais altos de resistência à fratura, e foram similares ao grupo controle. Os resultados dos grupos de resina composta (direta e indireta) foram similares, mas

inferiores ao grupo controle. As restaurações de amálgama apresentaram os mais baixos valores, sem diferenças estatística entre eles. Os pré-molares apresentaram menor resistência quando a carga foi aplicada na fossa central quando comparada à carga aplicada no plano da cúspide. O tipo de fratura também foi analisado: tipo 1 – fratura vertical; tipo 2 – fratura de cúspide; tipo 3 – fratura de restauração; tipo 4 – ambas fraturas, dente e restauração. O diâmetro de esfera influenciou positivamente ou negativamente dependendo do tipo de restauração, isto é, de acordo com o material restaurador, o aumento no diâmetro da esfera causou fraturas mais ou menos catastróficas. Para os dentes restaurados com cerâmica, o aumento do diâmetro causou fraturas menos catastróficas, ao contrário de todos os outros grupos, cujo aumento do diâmetro causou fraturas mais catastróficas.

O efeito da remoção da crista marginal mesial na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente foi avaliado por Shahrbafe *et al.* (2007). Noventa pré-molares superiores foram divididos em seis grupos: 1- hígido; 2- classe II MOD; 3- classe II disto-oclusal com 2 mm de espessura na crista marginal mesial; 4- classe II disto-oclusal com 1,5 mm de espessura na crista marginal mesial; 5- classe II disto-oclusal com 1 mm de espessura na crista marginal mesial; 6- classe II disto-oclusal com 0,5 mm de espessura na crista marginal mesial. Com exceção do grupo 1, todos os outros receberam simulação de terapia endodôntica. Os dentes foram restaurados com resina composta Z250 (3M/ESPE). Os corpos-de-prova foram submetidos a 500 ciclos de termociclagem, montados em cilindros plásticos e fixados com resina acrílica, ficando as margens do dente 1 mm acima da JCE. A cúspide lingual de cada grupo foi submetida à carga axial compressiva em um ângulo de 45 graus com a cúspide palatina e de 150 graus com o longo eixo do dente com auxílio de uma máquina de ensaio universal com velocidade de 2 mm/min. O grupo 1 obteve a maior média de resistência à fratura (732,8 N) e, o grupo 2, a menor média (489,67 N). O grupo 1 foi significativamente mais resistente que os grupos 2 e 6, não havendo diferença significativa do grupo 1 em relação aos grupos 3, 4 e 5. O trabalho demonstrou uma relação direta existente entre a diminuição da espessura da crista marginal e a resistência à fratura.

Soares *et al.* (2007) avaliaram a resistência à fratura e distribuição de estresses em pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com

resina composta. Selecionaram 50 pré-molares que foram divididos em cinco grupos de dez dentes cada. As raízes foram incluídas em cilindros plástico com resina acrílica, sendo simulado o ligamento periodontal. Os seguintes grupos foram obtidos: Grupo 1- hígido; Grupo 2- preparo MOD; Grupo 3- preparo MOD e restauração com resina composta; Grupo 4- preparo MOD e tratamento endodôntico; Grupo 5- preparo MOD, tratamento endodôntico e restauração com resina composta. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de compressão axial em máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5 mm/min. Além dos grupos acima citados, outros cinco grupos foram criados em modelos de elementos finitos com as mesmas características, estruturas e materiais restauradores. A média de resistência à fratura do grupo 1 (83,6 Kgf) foi significativamente maior que os grupos 2 (52,7 Kgf), 4 (40,2 Kgf) e 5 (64,5 Kgf), e a média do grupo 3 (82,1 Kgf) foi estatisticamente diferente dos grupos 2 e 4. Os grupos que apresentavam restaurações com resina composta ou tratamento endodôntico tiveram alta incidência de fratura com envolvimento da estrutura dental e ligamento periodontal. Segundo análise de elementos finitos, os modelos restaurados com resina composta apresentaram distribuição de estresses similar ao modelo de dente hígido. Os autores concluíram que a manutenção das estruturas dentais são cruciais para a resistência à fratura. A remoção de dentina interna nos dentes com tratamento endodôntico reduziu os valores de resistência à fratura e promoveu alteração na distribuição de estresses. O uso de restaurações adesivas é recomendado para reforçar as estruturas dentais remanescentes.

Soares *et al.* (2008) avaliaram o efeito do tratamento restaurador e endodôntico na resistência à fratura de 50 pré-molares superiores. Os dentes foram divididos em 5 grupos (n=10): dentes intactos (G1), dentes com preparo MOD (G2), dentes com preparo MOD e restaurados com resina composta (G3), dentes com preparo MOD e tratamento endodôntico (G4) e dentes com preparo MOD, tratamento endodôntico e restauração com resina composta (G5). Os dentes foram submetidos a uma carga axial de compressão em uma máquina de ensaio universal (Emic) com uma velocidade de 0,5 mm/min. Os padrões de fratura foram analisados em quatro níveis. Foi utilizada a metodologia de elementos finitos para analisar a distribuição do estresse. Os autores encontraram que a resistência à fratura do

grupo de dentes hígidos (G1) foi significativamente superior ao grupo de dentes com preparo cavitário (G2), com preparo e endodontia (G4) e com preparo, endodontia e restauração com resina composta (G5). A resistência à fratura do grupo de dentes com preparo cavitário e restauração com resina composta (G3) foi superior à resistência à fratura dos dentes sem restauração (G2 e G4). Os resultados deste estudo demonstraram que a resistência dentária é completamente mantida quando um preparo MOD é restaurado com resina composta, mas que essa resistência é apenas parcialmente restabelecida se este dente apresentar tratamento endodôntico. O tratamento endodôntico e a restauração de resina composta influenciaram a distribuição de estresse na estrutura dentária. Os autores concluíram que a restauração de resina composta desempenha um importante papel no restabelecimento da resistência da estrutura dentária. Em relação ao tipo de fratura, a restauração em dentes tratados endodonticamente aumentou a incidência de envolvimento periodontal quando comparada à restauração em dentes sem endodontia.

### 3.3 Cimentos resinosos

Mak *et al.* (2002) avaliaram a resistência de união à microtração de cimentos resinosos utilizados em procedimentos indiretos e os compararam com restaurações diretas. Os cimentos resinosos possuem diferentes modos de ativação, composição partículas e viscosidade. Para isso, foram selecionados 18 terceiros molares humanos que tiveram a superfície oclusal e radicular removidas. Os dentes foram polidos com discos de carbetto de silício com o objetivo de simular a *smear layer*. Após foram divididos em seis grupos com três amostras cada. Restaurações tipo *overlay* foram confeccionadas com uma resina composta dual experimental (Bisco). As restaurações foram cimentadas com quatro diferentes cimentos, somente

utilizados no modo auto polimerizável: All Bond 2 + Choice (Bisco), Single Bond + RelyX ARC (3M /ESPE), Super-Bond C&B (Sun Medial) e Panavia F (Kuraray). As *overlays* foram condicionadas com ácido fosfórico a 32% (Uni-Etch, Bisco), lavadas, secadas e aplicação do silano (3M). Os produtos foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. A espessura formada pelo cimento resinoso foi avaliada com micrômetro. As restaurações diretas foram confeccionadas com a mesma resina composta experimental pela técnica incremental. Os dentes foram seccionados em palitos de aproximadamente 0,9 x 0,9, fixados em uma máquina de ensaio universal e submetidos ao teste de resistência de união com velocidade de 1 mm/min. O modo de fratura foi avaliada em microscopia eletrônica de varredura. Os maiores valores de resistência de união foram obtidos com All Bond 2 + Choice e Single Bond + RelyX ARC, que não diferiram estatisticamente entre si. Houve diferenças significativas quando as restaurações diretas foram comparadas com as indiretas. Nos grupos All Bond e RelyX ARC uma porcentagem de 46,1 e 72,4, respectivamente, apresentaram falhas adesivas entre a interface cimento/*overlay*. Os autores concluíram que houve diferença na resistência de união e modo de falha nos diferentes cimentos testados. As diferenças encontradas nos valores de resistência de união em restaurações diretas e indiretas pode ser explicado devido ao prolongado tempo de fotopolimerização da resina experimental.

Kumbuloglu *et al.* (2004) avaliaram a microdureza de superfície, resistência compressiva e flexural de cinco cimentos e compararam o grau de conversão das formas autopolimerizáveis e duais. Os materiais foram preparados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os seguintes cimentos foram testados: cimento de fosfato de zinco Durelon (3M/ESPE), cimento resinoso RelyX ARC (3M/ESPE), Panavia (Kuraray), Variolink 2 (Ivoclar-Vivadent) e RelyX Unicem (3M). O cimento Variolink 2 apresentou a maior média de resistência à flexão (90 MPa), e Durelon (28 MPa) a menor média. O RelyX Unicem apresentou a maior média de dureza (44 HV), e o Variolink 2 a menor (32 HV). O Durelon demonstrou a menor média de resistência à compressão (41 MPa) e o RelyX Unicem a maior média (145 MPa). Para ambos os modos de ativação, o RelyX ARC teve os melhores valores de conversão e o RelyX Unicem demonstrou os mais baixos valores. Os autores concluíram que o método de polimerização influenciou no grau de polimerização e

há uma diferença nas propriedades físicas dos diferentes cimentos, embora haja similaridade nas características químicas.

De Munck *et al.* (2004) avaliaram a resistência à microtração do cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem e do cimento resinoso Panavia F ao esmalte e à dentina. Os procedimentos adesivos para RelyX Unicem foram realizados de duas maneiras: sem condicionamento prévio e com condicionamento prévio com ácido fosfórico a 35% nas estruturas dentais. O cimento Panavia F foi utilizado de acordo com as instruções do fabricante. As interfaces adesivas foram avaliadas ultra-morfologicamente por microscopia eletrônica de varredura e de transmissão. Os valores de microtração foram sempre maiores para o Panavia F tanto em esmalte como em dentina. A resistência à microtração do Rely X Unicem em esmalte foi significativamente menor quando comparado ao Panavia F, mas nenhuma diferença foi encontrada quando os cimentos foram utilizados em dentina. O somatório da aplicação de condicionamento ácido e RelyX Unicem aumentou significativamente os valores de união para o esmalte, mas não diferiu estatisticamente do Panavia F unido ao esmalte. A superfície dentinária tratada com ácido + RelyX Unicem forneceu os menores valores (5,9 MPa). O modo de falha revelou que todos os espécimes de esmalte não condicionados falharam adesivamente, havendo falhas mistas e coesivas quando o esmalte foi condicionado. Para a dentina condicionada, todas as falhas foram adesivas, já quando a dentina não foi tratada houve falhas mistas. Quando os espécimes de RelyX Unicem foram observadas em microscopia eletrônica de varredura nenhuma camada híbrida ou *tags* de resina foram observados. A microscopia eletrônica de transmissão demonstrou não haver a formação de uma camada híbrida real, mas uma pequena interação irregular com profundidade de 2  $\mu\text{m}$ . Os autores concluíram que o cimento reagiu superficialmente com o esmalte e a dentina e os melhores resultados, para o RelyX Unicem, foram encontrados após o condicionamento ácido prévio.

Um estudo realizado por Abo-Hamar *et al.* (2005) avaliou a eficácia adesiva de um cimento resinoso auto-adesivo quando comparado a outros sistemas de cimentação. Terceiros molares hígidos foram montados verticalmente em cilindros plásticos e fixados com resina autopolimerizável. Os dentes foram desgastados com discos de carvão de silício para se obter superfícies de aproximadamente 4 mm de

diâmetro, tanto para esmalte como dentina. Os dentes foram divididos, de acordo com o substrato e o cimento utilizado, em grupos contendo dez dentes cada: Grupo 1- RelyX Unicem (3M/ESPE); Grupo 2 - Syntact + Variolink II ( Vivadent); Grupo 3- ED-Primer II + Panavia F 2.0 (Kuraray); Grupo 4 - Prime&Bond NT + Dyract Cem Plus (DeTray Dentsply); Grupo 5- Ketac Cem Maxicap (3M). Posteriormente, uma proteção foi criada ao redor do esmalte e da dentina com 4 mm altura para servir de matriz de acomodamento do cimento. Todas as etapas de cimentação foram seguidas de acordo com as recomendações dos fabricantes. Os cimentos foram colocados nas matrizes em dois incrementos e fotopolimerizados. Após, metades dos grupos foram submetidos a 6000 ciclos de termociclagem. O teste de resistência de união foi realizado em velocidade constante de 0,75 mm/minuto em uma máquina de ensaio universal. A resistência de união da dentina para o RelyX Unicem (10,8 MPa) não foi significativamente diferente do Variolink II (15,1 MPa), Panavia F (10,5 MPa) ou Dyract (10,1 MPa), mas foi estatisticamente superior ao Ketac (4,1 MPa). Após a termociclagem, o RelyX Unicem (14,9 MPa) apresentou resultados significativamente maiores que Panavia F (7,4 MPa) e Ketac (4,6 MPa), mas valores significativamente inferiores ao Variolink II (19,8 MPa). No esmalte, com e sem termociclagem, o RelyX Unicem produziu valores estatisticamente menores que os outros sistemas à base de resina. As falhas adesivas para o esmalte e a dentina foram predominantemente adesivas. Os autores concluíram que o RelyX Unicem pode ser considerado uma alternativa para a cimentação quando não há uma pequena quantidade de esmalte remanescente.

Escribano e Macorra (2006) avaliaram a resistência de união de cimentos resinosos ao dente. O esmalte oclusal e as raízes de 9 terceiros molares humanos foram removidos, e o remanescente dental foi fixado em cubos acrílicos, o qual possui dois orifícios que recebem cateteres que estão conectados a um aparelho de perfusão, criando assim condições de manter a umidade dentinária antes da realização dos procedimentos adesivos. Foram confeccionados discos cerâmicos (Empress II - Ivoclar Vivadent) de 2 mm de altura e 13 mm de diâmetro, os quais receberam condicionamento com ácido hidrófluorídrico a 5% e silanização. Três cimentos resinosos foram utilizados para a cimentação dos discos cerâmicos: Multilink System (Ivoclar Vivadent), RelyX Unicem (3M /ESPE) e Panavia F light

(Kuraray). Os produtos para cimentação foram aplicados de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes. Os dentes permaneceram 30 minutos no aparelho de perfusão e após foram seccionados verticalmente, obtendo um total de 154 palitos com aproximadamente 1 mm<sup>2</sup>. Cada palito foi submetida ao teste de microtração em máquina de ensaio universal com velocidade de 1 mm/min. O Panavia F apresentou maiores valores de resistência de união, seguido do Multilink. Os autores concluíram que o RelyX Unicem, por não apresentar etapa de condicionamento dos tecidos dentais duros, apresentou os menores valores de resistência adesiva.

Gerth *et al.* (2006) avaliaram a composição dos cimentos resinosos Bifix (Voco) e RelyX Unicem (3M/ESPE), incluindo traços de elementos e sua determinante nas propriedades dos materiais. Também investigaram se a fase de resina orgânica polimeriza completamente após a aplicação de uma fase insolúvel, e a ainda avaliaram a interação química entre os dois diferentes materiais com hidroxiapatita sintética. Ambos os materiais apresentam características radiopacas e são de dupla polimerização, entretanto diferenças são encontradas no modo de utilização dos produtos. O Bifix necessita de um pré-tratamento com ácido fosfórico e aplicação de sistema adesivo, enquanto que o RelyX Unicem (3M ESPE), por ser auto-adesivo, não necessita de nenhum tipo de pré-tratamento para as estruturas dentais. Os resultados quantitativos para a composição de cada elemento da composição, revelados por XPS e EDX, demonstrou a presença de cálcio, alumínio, flúor, oxigênio e outros elementos em ambos os produtos. Houve um maior peso de cálcio e alumínio para o RelyX Unicem que para o Bifix. Os autores concluíram que o RelyX Unicem apresentou maior interação química com cálcio e hidroxiapatita, o que poderia explicar as propriedades mecânicas do material.

Yang *et al.* (2006) avaliaram as características ultra-estruturais, por meio de microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, e a capacidade de união à dentina por meio do ensaio de microtração, dos cimentos resinosos Super-Bond C&B (Sun Medical), Panavia F 2.0 (Kuraray) e RelyX Unicem (3M/ESPE), utilizados somente no modo autopolimerizável e com e sem condicionamento. Os materiais foram aplicados em amostras de dentina humana em diferentes profundidades: dentina superficial, profunda e cervical. Os resultados revelaram que a região

dentinária e o tipo de cimento resinoso utilizado tiveram influência significativa nos valores de microtração. A média de resistência de união na dentina superficial, para os três cimentos testados, foi significativamente maior quando comparado com a dentina profunda e a cervical, que não apresentaram diferenças estatísticas entre si. A resistência de união do Super Bond C&B (31,9 N) e do Panavia F 2.0 (29,1 N), na dentina superficial, foram estatisticamente superiores ao RelyX Unicem (8,2 N) na mesma região. Em comparação com os outros dois cimentos, o RelyX Unicem apresentou resistência de união estatisticamente inferior em todas as regiões analisadas. Em relação às falhas, 68% foram coesivas para o Super Bond C&B na dentina superficial, enquanto apenas 33% para o RelyX Unicem. De acordo com as análises em MEV, para os grupos do Super Bond e Panavia, os quais foram condicionados com ácido cítrico, houve a remoção da *smear plug* e abertura dos túbulos dentinários. O grupo do RelyX Unicem apresentou uma camada de *smear layer* sob a dentina, o que pode ser explicada pela ausência de uma camada híbrida. Os autores concluíram que diferentes formulações químicas e técnicas de aplicação produziram microestruturas morfologicamente diferentes nas diferentes regiões dentinárias.

Goracci *et al.* (2006) avaliaram a resistência de união e a interface adesiva de diferentes cimentos resinosos cimentados em dentina e esmalte sob diferentes pressões de cimentação. Fragmentos de dentina e esmalte foram adquiridos de terceiros molares hígidos. Os fragmentos foram divididos de acordo com o cimento utilizado e a pressão de cimentação (20g/mm<sup>2</sup> ou 40g/mm<sup>2</sup>). Os seguintes cimentos foram usados: RelyX Unicem (3M/ESPE), Maxcem (Kerr) e Panavia F 2.0 (Kuraray). Blocos de resina composta (Paradigman MZ100) foram confeccionados e unidos aos substratos dentais de acordo com as instruções dos fabricantes. Dez fragmentos de cada grupo experimental foram preparados para serem visualizados em microscopia eletrônica de varredura. O tipo de cimento e a pressão utilizada teve influência significativa na resistência de união à dentina. Os valores médios de resistência de união para o Panavia F 2.0 e RelyX Unicem, em dentina, foram similares e significativamente superiores ao Maxcem. Quando foi usado 40g/mm<sup>2</sup> de pressão na cimentação, o RelyX Unicem e Panavia F 2.0 apresentaram maior resistência de união em dentina quando comparado com a pressão de 20g/mm<sup>2</sup>. A pressão de

cimentação não influenciou o Maxcem. Panavia F 2.0 apresentou resistência de união significativamente superior em esmalte que os outros cimentos, independente da pressão de cimentação. O Maxcem não apresentou sinais de retenção micro-mecânica, e o Maxcem e o RelyX Unicem não mostraram formação de camada híbrida. Os autores concluíram que uma pressão de cimentação deve ser realizada para o Panavia F 2.0 e RelyX Unicem para melhores resultados na resistência de união.

Monticelli *et al.* (2008) realizaram uma comparação qualitativa da interface dentina/cimento de diferentes marcas comerciais de cimentos resinosos. Terceiros molares tiveram sua porção coronária seccionada e a dentina exposta foi polida com pontas de carbetto de silício. Discos de resina composta, com 2mm de espessura, foram obtidos e cimentados, conforme as instruções do fabricante de cada cimento utilizado: Grupo 1: cimento dual com condicionamento ácido (Calibra, Dentply); Grupo 2: Panavia F 2.0 (Kuraray); Grupo 3: Multilink (Ivoclar-Vivadent); Grupo 4: RelyX Unicem (3M/ESPE); Grupo 5: G-Cem (GC Corporation); Grupo 6: Bis-Cem (Bisco). Após a mistura, o valor do pH foi mensurado para todos os cimentos testados. Os grupos foram preparados para avaliação em microscopia eletrônica de varredura e análise de *trichrome stain*. Os resultados revelaram que o cimento convencional apresentou uma zona sem colágeno abaixo da interface adesiva, e formou-se uma camada híbrida e *tags* de resina. Para o Panavia, uma desmineralização da superfície de dentina foi detectada. Já para o Multilink Sprint, foi observada uma camada descalcificada e não-infiltrada. Nenhuma desmineralização e infiltração foi observada para os cimentos RelyX Unicem, G-Cem e Bis-Cem, e nenhuma camada híbrida ou formação de *tags* foi observada para os cimentos auto-adesivos. A taxa de pH variou de 2.1 a 4.2 após a mistura. Os autores concluíram que os cimentos auto-adesivos não são capazes de dissolver completamente a *smear layer*, não havendo descalcificação e infiltração.

Duarte *et al.* (2008) avaliaram a resistência adesiva de cimentos resinosos auto-adesivos e auto-condicionantes aplicados em esmalte, com e sem pré-tratamento com ácido fosfórico. Vinte terceiros molares foram selecionados. Em uma proximal, o esmalte foi condicionado, enquanto que no lado oposto o cimento foi aplicado conforme instruções do fabricante. Os seguintes cimentos foram testados:

RelyX Unicem (3M/ESPE), Multilink (Ivoclar-Vivadent) e RelyX ARC (3M/ESPE). Blocos de resina composta Z250 93M/ESPE) foram cimentados no esmalte. Um pré-tratamento foi realizado com óxido de alumínio e aplicação de silano. Amostras foram preparadas para serem observadas em microscopia. A maior média de resistência de união foi para o RelyX Unicem com condicionamento ácido (32,92 MPa), enquanto que a mais baixa foi para o Multilink com condicionamento (5,23 MPa) e sem este tratamento (5,38MPa). Diferenças significativas foram encontradas para os diferentes tratamentos no esmalte. As amostras condicionadas revelaram uma penetração mais profunda no esmalte interprismático em comparação com a ausência de condicionamento. Os autores concluíram que o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico aumentou significativamente a resistência de união para o RelyX Unicem, mas não houve diferença para o Multilink.

### **3.4 Deflexão de cúspide**

Morin, Delong e Douglas (1984) realizaram um estudo para medir a deflexão de cúspide produzida por diferentes tratamentos restauradores. Os grupos foram divididos de acordo com o material restaurados (adesivo ou não adesivo). Doze premolares superiores, livres de cárie e trincas, foram selecionados, incluídos em cilindros plásticos e fixados com gesso especial. Na região mais convexa da superfície vestibular, pela técnica adesiva, foram fixados medidores de tensão. Com o auxílio de máquina de ensaio universal, uma carga foi aplicada através de uma esfera de 6,3 mm de diâmetro posicionada em contato com ambas as cúspides vestibular e palatina, livre de contato com o material restaurador. Assim, pela ação das forças, ocorreu uma deformação das cúspides para fora. Os grupos receberam preparos cavitários oclusais ou MOD e restaurações adesivas ou não-adesivas. Os preparos MOD e os procedimentos restauradores não-adesivos apresentaram uma

rigidez semelhante, ficando entre 0,48 e 0,68, sendo que o valor de referencia é 1 (dente hígido). As restaurações adesivas apresentaram uma média de 0,83 e 0,88, significando que os dentes mantiveram cerca de 80% da rigidez estrutural original. As curvas de desenvolvimento e tensão foram analisadas para as restaurações não-adesivas, as quais revelaram que a recuperação cuspídea à forma original foi lenta após a remoção da força, resultante em uma fenda entre o tecido duro e a restauração, enquanto que para as restaurações adesivas essas foram muito similares ao grupo do dente hígido. Os autores concluíram que os dentes restaurados com procedimentos adesivos resistiram mais à deformação.

Em 1994, Medige *et al.* estudaram uma metodologia para avaliar os esforços produzidos pela adição de carga em estruturas dentais, assim como o comportamento de diferentes materiais restauradores. Foram selecionados 30 pré-molares superiores livres de defeitos estruturais e com dimensões méso-distal vestibulo-lingual entre 16,6 e 19,3 mm. Os dentes foram divididos em três grupos de acordo com o material restaurador e fixados em cilindros de PVC com resina acrílica autopolimerizável 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte. Para a aplicação da carga um dispositivo especial foi fabricado, esse foi chanfrado em ambos os lados, de acordo com a média dos planos inclinados dos pré-molares previamente selecionados. Em dois pontos das estruturas dentais, um na vestibular e outro na proximal, foram fixados, pela técnica adesiva, dois aparelhos detectores de esforços lineares (modelo EA-06-031DE-120, Measurements Group). Todos os grupos, intactos, foram submetidos à carga de 300 N para avaliar a distribuição dos esforços. Em seguida, os dentes foram preparados com cavidades MOD, e novamente carregados em uma máquina de ensaio universal sob carga de 300N. Após os dentes foram restaurados, de acordo com o grupo pertencente, com amálgama Valiant (Caulk), resina composta P-50 (3M) e sistema adesivo Scotchbond 2 (3MI), ou sistema adesivo Tenure (Den-Mat) e resina composta Marathon V (Den-Mat). Posteriormente à conclusão das restaurações, os dentes foram submetidos novamente à carga. Houve uma interação significativa entre o material restaurador e a condição dental, em ambas as localizações. Os dentes restaurados com Tenure/Marathon V foram mais rígidos que os dentes preparados e não restaurados. Por outro lado, não houve diferenças estatísticas entre os grupos

restaurados com Scotchbond 2/P-50 ou amálgama, sendo mais rígidos que os dentes preparados e não restaurados.

Martin, Jedynakiewicz e Williams (1999) avaliaram a deflexão de cúspide produzida pela cimentação de *inlays* com diferentes sistemas para a cimentação. Cinquenta pré-molares humanos foram selecionados. Cavidades MOD foram preparadas, sendo os preparos digitalizados pelo *software* COS 4.2 do sistema CEREC 2 CAD/CAM (Siemens) para a confecção de *inlays* em cerâmica (Vita II CEREC). As restaurações foram condicionadas com ácido hidrófluorídrico à 5% por 60 segundos e divididas em três grupos de cinco dentes cada, de acordo com o tipo de cimento utilizado. Grupo 1: cimento resinoso com partículas pequenas (Prisma TPH, Dentsply); Grupo 2: cimento resinoso dual de baixa viscosidade (Dicor MGC, Dentsply); Grupo 3: cimentadas com compômero fotopolimerizado (Dyract, Denstply). Todos os produtos foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Medidas foram registradas com o auxílio de um micrômetro a *laser* (Mitutoyo) antes da cimentação, 2 e 30 minutos após a fotoativação. Os autores observaram a redução do comprimento vestibulo-lingual em todos os grupos. O efeito da contração de polimerização pode ser notado por um período de 10 minutos após a fotoativação. Não houve diferença significativa entre os grupos 1 e 2, mas houve diferença significativa entre os grupos 1 e 3, e 2 e 3. Os autores concluíram que a utilização de cimentos resinosos provoca uma deflexão de cúspide na ordem de 0,02 a 0,06%. Entretanto um fenômeno de expansão de 0,03% foi observado durante o período de fotoativação.

Jantarat *et al.* (2001) compararam duas técnicas para medir a deflexão de cúspide de dentes submetidos à carga oclusal. Foram selecionados sete pré-molares superiores e sete molares inferiores livres de cárie ou trincas. Os dentes foram montados verticalmente em anéis plásticos e fixados 2 mm abaixo da JCE com gesso dental. Concavidades superficiais foram realizadas no esmalte, nas vertentes triturantes, para acomodar uma esfera com 4,75 mm de raio responsável pela transmissão da carga. Ainda duas concavidades foram realizadas no esmalte das vertentes lisas para acomodar a ponta das sondas do transdutor de deslocamento de corrente direta (DCDT, modelo 7DCDT-050, Hewlett Packard). Após, uma máquina de esforços (CEA-06-032UW-120, Micro-Measurements) foi

fixada na região cervical dos dentes. Os corpos-de-prova foram fixados em uma máquina de ensaio universal e submetidos à carga de 100 N. O autor enfatizou que cargas de até 300 N podem ser seguramente aplicados, pois não há risco de fraturar o dente. Foram montados dois DCDTs, os quais medem o deslocamento linear das cúspides, seguindo uma orientação vertical e horizontal. O DCDT ficou perpendicular ao longo eixo do dente. A carga foi aplicada em três diferentes direções (-3°, 0°, +3°). Os dentes foram testados nas seguintes condições: Grupo 1: hígido; Grupo 2: preparo MOD de 1/3 da distância intercuspídea e com a caixa proximal localizada a 1 mm a JCE; Grupo 3: preparo MOD mais acesso endodôntico. A magnitude do deslocamento linear foi menor para o dente hígido, principalmente na posição neutra (0°). Nos dentes com cavidades MOD houve um maior aumento do deslocamento linear e uma redução na resistência de aproximadamente 30% em relação ao dente hígido. Na posição neutra, ambas as cúspides dos dentes hígidos apresentaram menos que 1 µm de deslocamento lateral, já o deslocamento aumento para aproximadamente 8 µm, variando de 4 µm a 12 µm para as cúspides dos dentes preparados. Quando o dente recebeu o acesso endodôntico, o deslocamento das cúspides variou de 12-16 µm. A análise de Friedman demonstrou aumento significativo durante a seqüência da preparação da cavidade, além de maior deflexão de cúspide. Os autores concluíram que a máquina de esforços apresenta menos sensibilidade que o DCDT, mas com utilização mais simples. O uso dos aparelhos em conjunto revelou mais informações que quando utilizados isoladamente.

Cerutti *et al.* (2004) enfatizaram que o tratamento endodôntico e os preparos MOD aumentam a tendência da deflexão das cúspides sob forças mecânicas. Relataram que os estresses repetitivos podem reduzir a resistência à fratura, causando a fratura do dente mesmo sob forças inferiores àquelas necessárias para fraturar um dente hígido. Portanto, é importante que a restauração coronária tenha a capacidade de restabelecer a rigidez original do dente a um certo nível para reduzir a fadiga mecânica das cúspides. Para verificar isto, os autores determinaram, através de uma técnica não destrutiva, o quanto as cúspides são enfraquecidas pelo tratamento endodôntico e a efetividade dos sistemas adesivos na redução da deflexão das cúspides em relação a diferentes procedimentos restauradores. Uma

carga oclusal de 98-294 N foi aplicada sobre premolares superiores com tratamento endodôntico e restaurados com os seguintes materiais: 1) amálgama; 2) Spectrum TPH; 3) Surefil; 4) Esthet-X; 5) Esthet-X + Dyract Flow. A deflexão das cúspides foi avaliada através de um aparelho com sensor a laser. Encontraram que as restaurações adesivas devolveram a rigidez a estrutura dentária numa faixa de 54% (Esthet-X) a 99% (Esthet-X + Dyract Flow). A restauração de amálgama devolveu apenas 17% a rigidez à estrutura dentária.

González-López *et al.* (2004) avaliaram a magnitude da deflexão de cúspide produzida pela contração de polimerização em cavidades MO amplas restauradas com diferentes técnicas. Trinta pré-molares foram selecionados e fixados em cilindros plásticos com resina autopolimerizável 1 mm abaixo da JCE. Esferas de 1,5 mm de diâmetro foram fixadas pela técnica adesiva na vertente das cúspides como pontos de referência. Os preparos cavitários apresentaram abertura oclusal de 3 mm, a parede gengival estava localizada 0,5 mm acima da JCE e abertura proximal de 3,5 mm. Os dentes foram divididos em três grupos de dez dentes cada e restaurados de acordo com a técnica adesiva utilizando o sistema adesivo ScotchBond (3M/ESPE) e resina composta Tetric Ceram (Ivoclar). O método restaurador foi considerado como a variável independente, sendo modificada a forma com que os incrementos de resina composta foram inseridos nas estruturas dentais. O grupo 1 recebeu dois incrementos horizontais, o grupo 2 um incremento com tamanho de aproximadamente a metade da cavidade e posicionado com um instrumento manual especial cônico, e o grupo 3 seguiu o mesmo método que o grupo 2, apenas o incremento foi de aproximadamente um terço da profundidade da cavidade. A leitura do deslocamento das cúspides deu-se em dois momentos: quando o primeiro incremento de resina foi fotoativado e quando a restauração foi concluída. Houve diferenças significativas na distância entre as cúspides quando foi comparado o grupo 1 com a condição inicial, mas não foram encontradas diferenças entre a condição inicial e os grupos 2 e 3. Os autores concluíram que nenhuma das técnicas reduziu a deflexão de cúspide produzida pela contração de polimerização, e os melhores resultados foram encontrados para a técnica com incrementos horizontais.

González-López *et al.* (2005) avaliaram a deflexão de cúspide produzida em pré-molares em cada seqüência da preparação cavitária e a magnitude das forças aplicadas. Primeiros pré-molares livres de cárie ou defeitos foram selecionados e montados verticalmente em cilindros plásticos 2 mm abaixo da JCE. Esferas foram fixadas, pela técnica adesiva, nas vertentes de cúspides, para servir como pontos de referência na medida da deflexão de cúspide. Os dentes foram submetidos a cargas de 50, 100 e 150 N, assim em cada força o deslocamento das cúspides foi medido com o auxílio de um micrômetro digital (Mitutoyo). Em seguida, diferentes preparos cavitários foram realizados: dente inalterado, cavidade MO conservadora, MO extensa, MO com acesso endodôntico e MOD com acesso endodôntico. Após, os dentes foram novamente submetidos às diferentes cargas, a qual foi mantida por 30 segundos e então se deu as leituras das distâncias intercuspídea. Os resultados demonstraram que sob carga de 50 N apenas as cavidades MOD com acesso endodôntico produziu aumento significativo na deflexão de cúspide, e em cavidades MOD, independente da carga aplicada, houve aumento significativo da deflexão de cúspide. Os autores concluíram que a progressiva remoção de tecido dental e aplicação de cargas aumentaram significativamente a deflexão de cúspide, e o efeito da eliminação de estruturas dentais estratégicas, como cristas marginais e a dentina sobre a câmara pulpar, foi especialmente marcada sob maiores cargas.

González-López *et al.* (2007) avaliaram a deflexão de cúspide produzida pela contração de polimerização e carregamento oclusal em restaurações de resina composta com diferentes preparos cavitários. Foram selecionados 20 pré-molares superiores livres de cárie, trincas e com tamanho coronário similar. Os dentes foram montados verticalmente em cilindros plásticos e fixados 2 mm abaixo da JCE com resina acrílica autopolimerizável. Um simulador da pressão pulpar foi conectado aos dentes para manter condições de pressão e umidade natural. Com o auxílio de técnicas adesivas, uma esfera de 1,5 mm de diâmetro foi fixada a vertente das cúspides para servir como pontos de referência para a medida de distância intercuspídea. Previamente aos preparos cavitários, os dentes foram submetidos à carga oclusal de 150 N em máquina de ensaio universal, e o deslocamento das cúspides foi registrado com um micrômetro (Mitutoyo). Posteriormente, os dentes foram divididos em dois grupos de acordo com o tipo de preparo cavitário. Dez

dentos receberam preparo tipo MO. As cavidades foram restauradas com o sistema adesivo Syntact Single (Ivoclar) e resina composta Tetric Ceram (Ivoclar). O outro grupo recebeu preparos tipo MOD. Os mesmos procedimentos restauradores do grupo anterior foram seguidos. Uma nova medida da distância intercuspídea foi realizada 5 minutos após a conclusão das restaurações; em seguida, os dentes foram submetidas à carga de 150 N e uma nova medida foi realizada. Os resultados demonstraram diferenças estatísticas produzidas pelos tipos de preparos em relação ao grupo controle. Diferenças significativas no movimento interno (*inward*) das cúspides foram encontradas nos preparos MOD, quando comparado com o preparo MO.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

Os materiais empregados no presente estudo estão dispostos na tabela 1, assim como a composição, número do lote e fabricantes.

Tabela 1: Lote, composição e fabricante dos materiais.

Produto	Descrição	Lote	Composição Química	Fabricante
RelyX ARC	Cimento Resinoso	E UFY	Bis-GMA, TEGDMA, Sílica e Zircônia	3M/ESPE, St. Paul Mn, EUA
RelyX U100	Cimento resinoso auto-adesivo	327358	Pó: Sílica, Hidróxido de Cálcio, Peróxido, Iniciador. Líquido: Dimetacrilato, Acetato, Iniciador, Estabilizador e Éster Fosfórico Metacrilato	3M/ESPE, St. Paul Mn, EUA
Maxcem	Cimento resinoso auto-adesivo	3011587	GPDM, Bário, Sílica, Fluoroalumíniosilicato.	Kerr, Orange, CA, EUA
ScotchBond Multi Purpose	Sistema Adesivo	Primer: SAX Adesivo: GPL	Primer: HEMA, Ácido Poliacenóico, Água Adesivo: BIS-GMA, HEMA e Amina Terciária	3M/ESPE, St. Paul Mn, EUA

Filtek Z250 cor A1	Compósito Híbrido	FG 563	Zircônio/Sílica, BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA	3M/ESPE, St. Paul Mn, EUA
Acid Gel	Condicionador Ácido Fosfórico 37%	220998	Ácido Fosfórico, Clorexidine, Espessante, Água, Corante	DentalVille do Brasil Ltda., Joinville, SC, BR
Silano	Agente de União	10595	Grupo Organofuncional, Grupo Methylene, Grupo Hidrolisável, Sílica	Ángelus Ind. de Produtos Odontológicos Ltda., Londrina, PR, BR
Óxido de alumínio	Partículas Abrasivas	67738	Óxido de Alumínio	BioArt Equipamentos Odontológicos Ltda, São Paulo, SP, BR

## 4.2 Métodos

A presente pesquisa foi aprovada pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS (Anexo A) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS (Anexo B).

Foram selecionados 40 primeiros pré-molares superiores do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da PUCRS. Os mesmos foram examinados em magnificação de 10x para verificar a ausência de trincas, restaurações, lesões de cárie ou fraturas. Os dentes foram limpos com o auxílio de curetas periodontais e desinfetados em timol a 10% por 24 horas. Os dentes permaneceram armazenados em água destilada a 4<sup>o</sup> C, não ultrapassando 6 meses.

Foram registradas as dimensões vestibulo-lingual (VL) e méso-distal (MD) de cada dente com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo Digital, Suzano, SP, Brasil), com precisão de 1 µm, posicionado na porção mais convexa das faces vestibulo-palatina e méso-distal. Foi determinada uma diferença de ±0,5 mm em

cada medida para que os dentes possuíssem dimensões semelhantes. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=10): Grupo 1 - dentes hígidos; Grupos 2, 3 e 4 - os dentes receberam preparos cavitários méso-ocluso-distal (MOD), tratamento endodôntico e restauração do tipo *inlay* em resina composta Filtek Z250. As restauração do grupo 2 foram cimentadas com o cimento resinoso convencional RelyX ARC, as do grupo 3 com o cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 e, do grupo 4, com o cimento resinoso auto-adesivo Maxcem.

#### **4.2.1 Confeção dos Corpos-de-prova**

##### **4.2.1.1 Inclusão**

Um cilindro de PVC com 3 cm de diâmetro e 2 cm de altura foi utilizado para a inclusão da raiz do dente. Na borda superior do cilindro, dois pontos foram demarcados referentes às extremidades da linha do diâmetro da circunferência. Nestes pontos, duas hastes metálicas guias foram fixadas na porção externa do cilindro com o auxílio de cera Utilidade, as quais serviram de referências espaciais no momento da inclusão dos dentes. Na peça dentária, linhas de referência, para a inclusão centralizada e padronizada, também foram marcadas: linha do colo anatômico, linha paralela localizada 2 mm abaixo do colo anatômico e linha traçada de mesial para distal, passando pelo sulco central (BELTRÃO, 2005).

Uma porção de resina acrílica autopolimerizável pó e líquido foi preparada de acordo com as instruções do fabricante. Ao atingir a fase plástica, a resina foi inserida dentro do cilindro de PVC, previamente posicionada em uma placa de vidro. Na seqüência, o dente foi retirado da água destilada, a umidade excessiva removida

com papel toalha, sendo o dente inserido na porção central da resina acrílica, até a linha demarcada à 2 mm do colo anatômico, e sua coroa posicionada paralelamente à haste metálica e à linha traçada de mesial para distal (Figura 1). Durante o período de polimerização da resina acrílica, o conjunto dente-resina acrílica foi submerso em água para evitar alterações dimensionais durante a reação exotérmica. Após os procedimentos de inclusão, cada dente foi numerado e armazenado em água destilada.

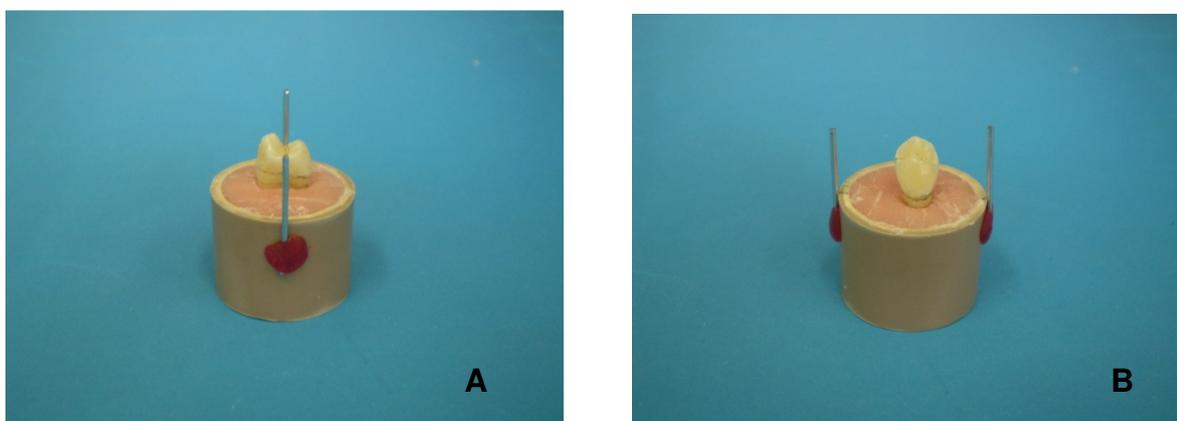


Figura 1: Raiz do dente incluída em resina acrílica: A) vista lateral; B) vista frontal.

#### 4.2.1.2 Preparo Cavitário MOD

Nos grupos 2, 3 e 4, foram confeccionados preparos MOD com ângulos internos arredondados, paredes expulsivas, largura da caixa oclusal de dois terços da distância intercuspídea (DI) e profundidade das caixas proximais localizadas 1 mm acima da junção cimento-esmalte (JCE). Para a padronização deste procedimento foi utilizado um aparelho adaptado sob uma base de um microscópio (Figura 2).

Na peça dentária, linhas de referência foram demarcadas para que a profundidade e a largura fossem padronizadas. A largura vestibulo-palatina (VP) foi medida com o auxílio de um paquímetro digital a partir das pontas de cúspide. Dessa medida, um cálculo matemático foi realizado a partir de dois terços para que a DI fosse padronizada.

Duas linhas eqüidistantes, em relação ao sulco central, foram demarcadas para a confecção das paredes vestibular e palatina. Essas linhas foram estendidas em direção às faces proximais, passando pelas cristas marginas, e terminando 1 mm acima da JCE. A abertura das caixas proximais foi igual à abertura oclusal.

Os preparos cavitários foram realizados com a ponta diamantada 4159 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) montada em uma turbina de alta rotação que foi acoplado a um aparelho adaptado sob uma base de um microscópio que permitiu uma padronização das cavidades. A ponta diamantada foi posicionada na face mesial, em contato com a linha de referência localizada 1 mm acima da JCE na face mesial. Uma canaleta de mesial para a distal foi realizada a partir do diâmetro da ponta diamantada, com irrigação constante de ar e água, determinado as paredes vestibular e palatina. O preparo MOD apresentou somente paredes vestibular, palatina e um assoalho comum de mesial à distal, devido à união do assoalho pulpar da caixa oclusal com o assoalho gengival das caixas proximais (Figura 2). A ponta diamantada foi substituída a cada cinco preparos, os quais foram executados por um único operador. Os preparos foram executados sob constante refrigeração de ar e água.

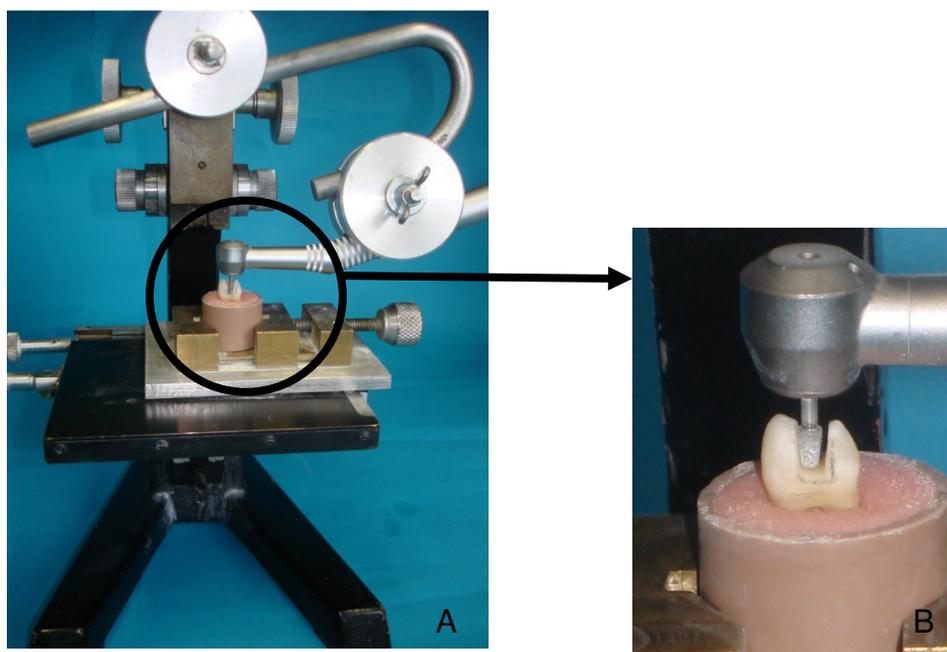


Figura 2: Padronização dos preparos cavitários: A) montagem da caneta de alta rotação e o conjunto dente/resina acrílica na base de microscópio; B) confecção do preparo cavitário.

#### 4.2.1.3 Esvaziamento da Câmara Pulpar

O teto da câmara pulpar foi removido com uma ponta esférica lisa número 8, em baixa rotação e sob refrigeração. Desgastes compensatórios foram executados com uma ponta Endo-Z em alta rotação e sob refrigeração, a fim de remover os remanescentes do teto da câmara pulpar (Figura 3). Nesse momento, uma irrigação abundante foi executada com Solução de Milton através de uma seringa plástica de 5 ml. Em seguida, foi realizada a exploração e localização dos canais com lima Flexo-File 15, e imediatamente procedeu-se a ampliação da luz dos canais com pontas de Gattes-Glidden número 1, 2 e 3. Os canais foram instrumentados até a lima 45, seguindo a técnica de recuo anatômico. Após, os canais foram irrigados com soro fisiológico a fim de remover a solução de Milton dos canais.

Posteriormente, os canais foram secos com cone de papel e obturados, pela técnica de condensação vertical, com cimento endodôntico (N-Richert) e guta-percha.



Figura 3: Esvaziamento da câmara pulpar concluído.

## 4.2.2 Procedimentos Restauradores

### 4.2.2.1 Confeção das Restaurações em Resina Composta

Para a confecção das *inlays* em resina composta, os grupos 2, 3 e 4 foram moldados. Para isso, uma moldeira individual foi confeccionada a partir de um cilindro de PVC. Um dos orifícios dos cilindros foi fechado com cera Utilidade.

A superfície dos preparos foi preenchida com silicone por adição de consistência fluída. No mesmo momento, uma pequena porção de material com consistência pesada foi introduzida dentro do cilindro de PCV (Figura 4). A moldeira foi então posicionada sobre o preparo. Após a presa do material, o molde foi removido e aguardou-se o período de uma hora para a recuperação elástica do material de moldagem. Decorrido esse período, os moldes foram vazados com gesso tipo IV Durone (Dentsply, York, PA, Estados Unidos da América) e aguardou-se a presa do gesso. Os moldes foram removidos do modelo após 1 hora. Os modelos foram inspecionados visualmente para verificar a fidelidade da moldagem. Modelos que apresentaram irregularidades ou bolhas foram repetidos.



Figura 4: Moldagem dos preparos: material de consistência pesada no cilindro de PVC e material de consistência leve no preparo.

Em seguida, uma fina camada de vaselina líquida foi aplicada para evitar retenção excessiva da resina composta e possíveis dificuldades na remoção da restauração. Foi fixada uma matriz metálica de 7 mm, em um porta matriz tipo *Toflemaire*, no modelo, a fim de guiar a restauração das superfícies proximais. As

resinas compostas foram inseridas, com uma espátula *Thompson* número 2 e 12, em quatro incrementos horizontais, formando uma inclinação de 90° entre as cúspides, sendo cada incremento fotopolimerizado por 40 segundos com o aparelho fotopolimerizador Optilux Plus (Gnatus Equipamentos Odontológicos, Ribeirão Preto, SP.), aferido em 520 mW/cm<sup>2</sup> ± 20 com um radiômetro analógico (Demetron, Kerr Corporation, Orange, CA, Estados Unidos da América). Após a conclusão das restaurações, uma polimerização adicional de 60 segundos foi realizada. As restaurações foram removidas dos modelos com o auxílio de uma espátula 3S e receberam acabamento com discos flexíveis e pontas de carvão de silício.

As restaurações foram posicionadas nos preparos, a fim de verificar a adaptação e eixo de inserção. Enquanto as restaurações não foram cimentadas, elas permaneceram no seu modelo correspondente em ambiente seco.

#### **4.2.2.2 Procedimentos de Cimentação**

##### **4.2.2.2.1 Tratamento da Superfície Interna das Restaurações**

As superfícies internas das *inlays* foram limpas com álcool 70% para a remoção de sujeiras e gordura. Após, foram jateadas com óxido de alumínio de tamanho médio das partículas de 50 µm, com auxílio de um jateador, por 5 segundos a uma distância de 5 mm. Em seguida, as *inlays* foram limpas e secas com *spray* de ar e água. Com o auxílio de um *microbrush*, uma fina camada de silano foi aplicada na peça e aguardou-se 1 minuto até a evaporação do solvente; em seguida, leves jatos de ar foram aplicados. Uma fina camada de agente adesivo

(*Bond*) foi aplicada, com um *microbrush*, e os excessos foram removidos com bolinhas de algodão. A peça foi fotopolimerizada por 20 segundos.

#### 4.2.2.2.2 Tratamento da Superfície Dentária e Cimentação

O grupo 2 recebeu condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos, seguido de lavagem com *spray* de ar e água por 15 segundos. O excesso de umidade foi removido com papel absorvente. Uma camada de *primer* foi aplicada com auxílio de um *microbrush* e fricção ativa por 10 segundos, seguido de um leve jato de ar a uma distância de 5 cm. O adesivo foi aplicado, os excessos removidos e fotopolimerizado por 10 segundos.

Comprimentos iguais de pasta base e catalisadora do cimento resinoso dual RelyX ARC foram dispensadas em uma placa de vidro. O cimento foi misturado com uma espátula 24F por 15 segundos, até se obter uma mistura homogênea, e aplicado na peça e no preparo, seguido do posicionamento e carga de 1 Kg sobre a *inlay*. Os excessos foram removidos, com um *microbrush*, seguido de fotopolimerização por 60 segundos em cada superfície livre (mesial, distal, vestibular, palatina e oclusal).

Para o grupo 3, quantidades iguais de pasta base e catalisadora do cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 foram dispensadas em uma placa de vidro. O cimento foi misturado até se obter uma mistura homogênea e aplicado sobre a *inlay* e o preparo. Em seguida, a peça foi posicionada e aplicada uma carga de 1 kg. Os excessos foram removidos com um *microbrush*, seguido de fotopolimerização por 60 segundos em todas as faces livres.

Para o grupo 4, com o auxílio de uma ponta auto-misturadora, o cimento auto-adesivo MaxCem foi dispensado diretamente sobre a *inlay* e o preparo. A peça foi

posicionada e aplicada uma carga de 1kg. Os excessos foram removidos, seguido de fotopolimerização por 60 segundos nas faces livres.

Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37 °C pelo período de 72 horas e submetidos aos testes de deflexão de cúspide e de carga de fratura.

#### **4.2.3 Teste de Deflexão de Cúspides**

Todos os dentes receberam uma esfera de resina composta em ambas cúspides, com diâmetro de aproximadamente  $1,0 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ , a qual foi fixada pela técnica adesiva há 0,5 mm da ponta de cúspide. Estas esferas serviram como referência para o posicionamento das hastes do micrômetro digital (Mitutoyo Digimatic, Suzano, São Paulo, Brasil), com precisão de  $1 \mu\text{m}$ , que foi utilizado para a leitura da deflexão das cúspides.

O corpo-de-prova foi posicionado sobre uma mesa redonda previamente rosqueada na base inferior da máquina de ensaio universal EMIC-DL 2000 (Emic, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Em seguida, o micrômetro foi posicionado em um suporte metálico que garantiu sua fixação junto à máquina de ensaio universal e o posicionamento correto do mesmo para as medidas de deflexão (Figura 5). O micrômetro foi regulado verticalmente, através do braço superior do dispositivo de fixação, para que as hastes de medida ficassem paralelas às esferas de resina posicionadas nas cúspides do corpo-de-prova. As hastes de medida foram encostadas nas esferas de resina e, no visor digital do micrômetro, registrou-se a medida obtida. As medidas foram repetidas três vezes para cada corpo-de-prova.

Em seguida, foi aplicada uma carga de 200N na região oclusal por meio de uma esfera de aço de 8mm de diâmetro acoplada à parte superior da máquina de

ensaio universal (Figura 6). Ao atingir a carga de 200N, a máquina parava e se realizavam três medidas consecutivas da deflexão das cúspides. A velocidade de aplicação da carga foi de 0,5 mm/minuto. Após as medidas de deflexão das cúspides, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de compressão até a fratura.

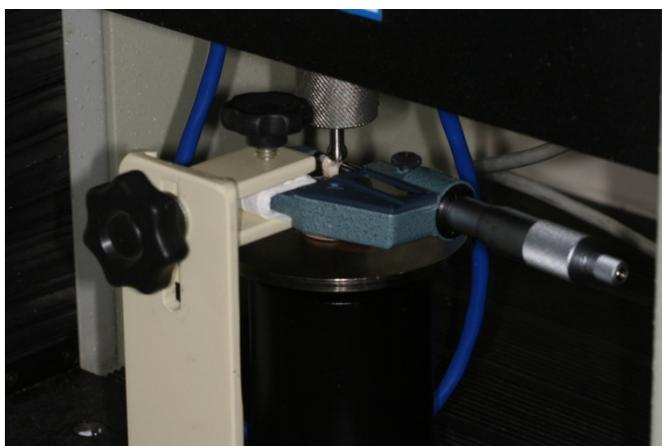


Figura 5: Micrômetro posicionado para medida de deflexão de cúspides.



Figura 6: Micrômetro posicionado nas esferas de resina composta e carga de 200 N na região oclusal com esfera de aço de 8 mm de diâmetro.

#### 4.2.4 Carga de Fratura

Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de compressão em máquina de ensaio universal EMIC DL – 2000 (São José dos Pinhais, PR, Brasil). A célula de carga selecionada foi a de 10kN e velocidade de carregamento de 0,5 mm/minuto. No braço móvel da máquina de ensaio, onde estava fixada a célula de carga, foi rosqueada uma esfera metálica com 8 mm de diâmetro. O corpo-de-prova foi posicionado sobre uma mesa redonda previamente rosqueada na travessa inferior da máquina. O braço móvel foi acionado até a esfera contatar os planos inclinados da superfície intercuspídea da face oclusal do corpo-de-prova, assentando-se no sentido méso-distal. A carga de compressão foi aplicada paralelamente ao longo eixo do dente até a sua fratura (Figura 7). A força máxima foi registrada em Newtons para cada corpo-de-prova por meio do programa de computador MT teste 100 acoplado à máquina de ensaio.

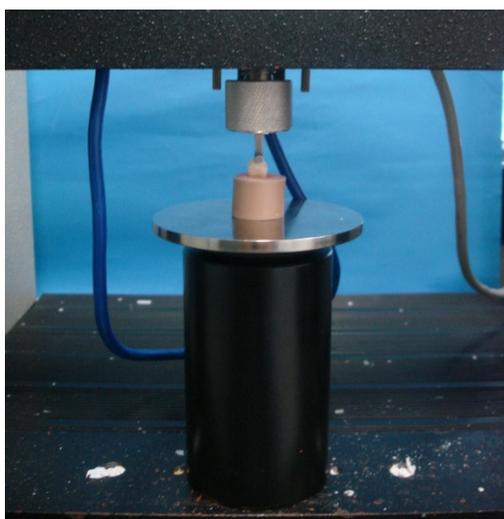


Figura 7: Ensaio de compressão para verificar a carga de fratura.

#### 4.2.5 Análise do Tipo de Fratura

Decorrido o teste de compressão, foi realizado o exame visual do tipo de fratura, sendo classificadas em cinco tipos:

Tipo I – fratura de cúspide dentária no limite da junção amelocementária;

Tipo II – fratura de cúspide dentária abaixo da junção amelocementária;

Tipo III – fratura de restauração e cúspide dentária no limite da junção amelocementária;

Tipo IV – fratura de restauração e cúspide dentária abaixo da junção amelocementária;

Tipo V – fratura longitudinal, cuja linha de fratura divide o dente ao longo da porção radicular.

#### 4.2.6 Análise Estatística

Os valores de deflexão de cúspides e de carga de fratura foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk. Como os valores de todos os grupos se encontraram dentro da curva de normalidade, foi aplicada a Análise de Variância e o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, para verificar as diferenças estatísticas em relação aos valores de deflexão de cúspides e de carga de fratura.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Deflexão de Cúspides

De acordo com Análise de Variância, houve diferença estatística entre os grupos ( $p < 0,0001$ ). O maior valor médio de deflexão de cúspides ocorreu no grupo do Maxcem (56  $\mu\text{m}$ ), não diferindo estatisticamente do grupo do RelyX U100 (39  $\mu\text{m}$ ). Estes dois grupos tiveram valores médios de deflexão de cúspides estatisticamente superiores aos grupos dos dentes hígidos (4  $\mu\text{m}$ ) e do RelyX ARC (12  $\mu\text{m}$ ), os quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores das médias da deflexão de cúspide nos diferentes grupos experimentais.

Grupo	n	Média ( $\mu\text{m}$ )	Desvio-padrão	Coefficiente de Variação (%)
Maxcem	10	56,889 <sup>a</sup>	18,23	32,04%
RelyX U100	9	39,000 <sup>a</sup>	27,08	69,43%
RelyX ARC	9	12,000 <sup>b</sup>	8,94	74,50%
Hígidos	9	4,778 <sup>b</sup>	1,71	35,78%

Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística significativa entre si para o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

## 5.2 Carga de fratura

De acordo com Análise de Variância, houve diferença estatística entre os grupos ( $p < 0,0001$ ). O maior valor médio de carga de fratura ocorreu no grupo dos dentes hígidos (1982 N), diferindo estatisticamente dos demais grupos. A carga de fratura dos grupos RelyX ARC (690 N), Maxcem (679 N) e RelyX U100 (465 N) não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios de carga de fratura dos diferentes grupos experimentais.

Grupo	n	Média (N)	Desvio-padrão	Coeficiente de Variação (%)
Hígidos	9	1982 <sup>a</sup>	893,76	45,09
RelyX ARC	9	690,94 <sup>b</sup>	225,50	32,63
Maxcem	10	679 <sup>b</sup>	193,66	28,52
RelyX U100	9	465,50 <sup>b</sup>	121,67	26,92

Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística significativa entre si para o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

## 5.3 Análise do tipo de Fratura

Para os dentes hígidos, todas as fraturas foram do Tipo I. Houve predominância de fratura Tipo I e Tipo II nos outros grupos experimentais. Fraturas do Tipo III ocorreram nos grupos do RelyX ARC e RelyX U100, e somente uma fratura Tipo V no grupo do Maxcem (Tabela 4).

Tabela 4: Distribuição do tipo de fratura em relação ao grupo pertencente.

Tipo de fratura	Dentes hígidos	RelyX ARC	RelyX U100	Maxcem
Tipo I	9	3	4	5
Tipo II		4	3	3
Tipo III		2	2	
Tipo IV				1
Tipo V				1

Nos grupos dos dentes hígidos, RelyX ARC e RelyX Unicem, foi perdido um corpo-de-prova em cada grupo, totalizando três corpos-de-prova. O motivo para a perda foram as características anatômicas da região coronária dos dentes que dificultaram o posicionamento da esfera de aço na região oclusal, assim como o posicionamento do micrômetro nas esferas de resina composta.

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo verificou a deflexão de cúspides de dentes pré-molares restaurados com resina composta indireta e cimentados com diferentes cimentos resinosos. Esta é uma metodologia não destrutiva e que permite verificar a deformação de cúspides ao ser aplicada uma carga na região oclusal.

Nesse trabalho, foi aplicada uma carga oclusal de 200N para a realização deste teste não-destrutivo, visto que cargas de até 300N podem ser aplicadas sem o risco de ocorrer a fratura do dente (JANTARAT *et al.*, 2001). Para verificar a deflexão das cúspides, foi utilizado um micrômetro com precisão de 0,01  $\mu\text{m}$ , de acordo com a metodologia empregada por González-Lopez *et al.* (2004, 2005, 2007). Outros métodos de medida de deflexão podem ser utilizados, tais como detectores de esforços lineares (MEDIGE *et al.*, 1994), micrômetro a *laser* (MARTIN; JEDYNAKIEWICZ; WILLIAMS, 1999), transdutores de deslocamento de corrente direta (DCDT) (JANTARAT *et al.*, 2001), e sensores a *laser* (LTS) (CERUTTI, *et al.*, 2004).

A hipótese nula foi rejeitada, pois houve diferença na magnitude da deflexão de cúspides entre os grupos experimentais. O grupo dos dentes hígidos apresentou a menor média de deflexão de cúspide (4  $\mu\text{m}$ ), corroborando com o estudo de Jantarat *et al.* (2001), que também encontraram uma menor magnitude de deflexão nos dentes hígidos. Esta pequena deflexão de cúspide é devido ao comportamento biomecânico da junção dentina/esmalte, que permite uma forte união entre estes dois substratos (SOARES *et al.*, 2004). No entanto, quando os dentes foram restaurados com *inlays* em resina composta e cimentadas com RelyX ARC, RelyX U100 ou Maxcem, nenhum dos grupos reproduziu a rigidez dos dentes naturais, apesar da deflexão média do grupo cimentado com RelyX ARC (12  $\mu\text{m}$ ) não ter diferido estatisticamente do grupo dos dentes hígidos.

Uma das explicações para que o grupo do RelyX ARC tenha tido menor deflexão de cúspide em relação aos grupos do RelyX U100 e Maxcem é o fato desse cimento utilizar a técnica do condicionamento ácido total em associação com adesivo, havendo a formação da camada híbrida, retenção micro-mecânica e valores satisfatórios de resistência de união (MAK *et al.*, 2002).

Maior média de deflexão de cúspides foi obtida para os grupos do RelyX U100 (39,00  $\mu\text{m}$ ) e Maxcem (56,88  $\mu\text{m}$ ), demonstrando uma incapacidade de recuperar a rigidez estrutural dos dentes hígidos. Estes são denominados cimentos resinosos auto-adesivos e não utilizam condicionamento ácido e um sistema adesivo previamente à aplicação dos mesmos. Como vantagens apresentam uma redução de etapas clínicas e de tempo clínico em relação à cimentação adesiva convencional.

Em relação ao cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100, a média de deflexão de cúspide de 39,00  $\mu\text{m}$  pode ser explicada pelo baixo desempenho adesivo desse cimento. Em estudo de microscopia eletrônica de varredura, o RelyX Unicem não proporcionou a formação da camada híbrida ou *tags* de resina, mas apenas uma pequena interação irregular de 2  $\mu\text{m}$  (DE MUNCK *et al.*, 2004; YANG *et al.*, 2006). Portanto, os cimentos resinosos auto-adesivos não são capazes de eliminar a *smear layer* e infiltrar a dentina para a formação de uma camada híbrida e *tags* de resina (GORACCI *et al.*, 2006; MONTICELLI *et al.*, 2008). Estudos confirmaram a baixa resistência de união deste material ao esmalte (ABO-HAMAR *et al.* 2005). Sobre a dentina, os estudos são contraditórios. Na pesquisa de Abo-Hamar (2005), o RelyX Unicem apresentou valores de resistência de união similar àqueles cimentos que utilizam a técnica do condicionamento ácido total. No entanto, nos estudos de Escribano e Macorra (2006) e Gerth *et al.* (2006), os menores resultados de resistência de união foram encontrados para o RelyX Unicem. Portanto, como o preparo para a *inlay* teve todas as bordas em esmalte, e pela menor união deste cimento a este substrato, possivelmente não houve uma união tão efetiva como a junção amelo-dentinária existente nos dentes hígidos, assim como uma união tão eficiente como aquela promovida pela formação da camada híbrida encontrada no grupo do RelyX ARC.

Uma alternativa encontrada para aumentar a resistência de união foi a aplicação de condicionamento com ácido fosfórico no esmalte (DUARTE *et al.*, 2008). Porém, quando realizado o condicionamento com ácido fosfórico em dentina previamente ao RelyX Unicem, ocorreu uma diminuição dos valores médios de resistência de união (DE MUNCK *et al.*, 2004). Escribano e Macorra (2006) relataram diferenças estatísticas nas médias de resistência de união quando compararam o cimento Panavia F e Multilink com o RelyX Unicem, tendo como conclusão que as menores médias de resistência de união apresentadas pelo RelyX Unicem podem estar relacionada à falta do condicionamento ácido das estruturas remanescentes.

Nenhuma evidência de desmineralização da dentina superficial foi observada para os cimentos auto-adesivos RelyX Unicem, G-Cem e Bis-Cem (MONTICELLI *et al.*, 2008). Algumas hipóteses podem ser propostas para a limitada descalcificação das estruturas duras e incapacidade de permeabilização dentro da *smear layer*: (1) o pH desses cimentos, aproximadamente 2,1 (MONTICELLI *et al.*, 2008), não é suficientemente baixo, (2) alta viscosidade do cimento (DE MUNCK *et al.*, 2004) que pode aumentar rapidamente devido à reação ácido-base e evaporação dos solventes (3) um efeito de neutralização pode ocorrer durante a mistura, desde a reação química liberar água ou partículas alcalinas que podem aumentar o pH (MONTICELLI *et al.*, 2008).

Apesar do grupo cimentado com Maxcem não ter diferido estatisticamente do RelyX U100, este grupo apresentou a maior média de deflexão de cúspides (56,88  $\mu\text{m}$ ). Portanto, o cimento resinoso auto-adesivo Maxcem possivelmente tenha uma interação ainda menor com os substratos dentários em comparação ao RelyX U100.

A importância clínica da deflexão de cúspide é que, quanto maior a magnitude desta deflexão, maior deformação e, conseqüentemente, maior a possibilidade de falha por fadiga. Este tipo de falha está relacionado com a maioria das fraturas dentárias, a qual se caracteriza pela fratura frente a tensões muito abaixo da resistência máxima da estrutura restaurada (ANUSAVICE, 1998). Portanto, de acordo com os resultados encontrados para a deflexão de cúspides, pode-se supor que os dentes restaurados com *inlays* em resina composta e cimentadas com o

RelyX ARC demorariam mais tempo para sofrerem falha por fadiga mecânica do que os dentes cimentados com RelyX U100 e Maxcem, visto que a deflexão de cúspides com o RelyX ARC foi menor.

Nesta pesquisa, a carga de fratura e o tipo de falha de pré-molares superiores tratados endodonticamente também foram avaliados, sendo esta uma metodologia destrutiva.

Os testes de fratura mecânica são realizados para quantificar numericamente a influência dos tipos de materiais restauradores (DA SILVA; HILGERT; BUSATO, 2004; YAMADA; TSUBOTA; FUKUSHIMA, 2004; SANTOS; BEZERRA, 2005) e tipos de preparo cavitários (HABEKOST *et al.*, 2006; FONSECA *et al.*, 2007) na resistência à fratura de dentes que são submetidos a uma carga concentrada e crescente na região oclusal. Estes testes geralmente produzem cargas de fratura que excedem os limites de carga que ocorrem no sistema estomatognático normal durante a mastigação. No entanto, aplicação de altas cargas na superfície oclusal de dentes e/ou restaurações pode acontecer quando o indivíduo morde um corpo sólido de pequena dimensão, e a força que deveria ser distribuída na superfície oclusal dos dentes posteriores fica concentrada em um único dente. Caso este dente for estruturalmente debilitado, preparado com um desenho cavitário inadequado, ou restaurado com um material não apropriado, o resultado pode ser a fratura do dente, da restauração, ou de ambos.

Dentes humanos hígidos do grupo dos pré-molares superiores foram selecionados devido a sua forma anatômica desfavorável, como o volume coronário, proporção coroa/raiz e estrangulamento mésio-distal, que os torna mais susceptíveis às fraturas de cúspides do que os outros dentes posteriores quando submetidos à carga oclusal (SCHWARTZ; ROBBINS, 2004; BADER; SHUGARS; STURDEVANT, 2004).

Inúmeras variáveis podem ser encontradas na literatura a respeito do teste de resistência à fratura, como localização das forças aplicadas, velocidade dos testes e forma dos dispositivos de compressão (BURKE, 1992). Nessa pesquisa foi utilizada uma esfera de 8 mm acoplada à máquina de ensaio universal, devido ao extenso

preparo cavitário realizado nos corpos-de-prova. É fundamental que em testes destrutivos a esfera de compressão esteja em contato com as vertentes triturantes vestibulares e palatinas e com a restauração, simulando os contatos oclusais funcionais. Nessas condições, uma força de compressão é aplicada sobre o dente, e as cúspides vestibulares e palatinas são deslocadas externamente, com uma resultante de tensão na interface dente/restauração. Caso a esfera de compressão se localize exclusivamente na restauração, ocorrerá um fenômeno de absorção das tensões pelo material restaurador, ocorrendo uma força vertical de esmagamento da restauração (BURKE, 1992).

A hipótese nula foi aceita, pois não houve diferença estatística na carga de fratura entre as inlays cimentadas com os diferentes cimentos resinosos. O grupo de dentes hígidos foi o que apresentou a maior média de carga de fratura (1982 N), diferindo estatisticamente dos demais grupos, estando de acordo com outros estudos (STAMPALIA *et al.*, 1986; REEH; MESSER; DOUGLAS, 1989; STEELE; JOHNSON, 1999; DALPINO *et al.*, 2002; YAMADA; TSUBOTA; UKUSHIMA, 2004; SANTOS; BEZERRA, 2005; SHAHRBAF *et al.*, 2007; SOARES, *et al.*, 2007). Os demais grupos experimentais apresentaram médias de carga de fratura que não diferiram estatisticamente entre si, sendo inferiores aos dentes hígidos.

Estudos evidenciaram que as restaurações indiretas fixadas pela técnica adesiva proporcionaram maior resistência da estrutura dentária em relação à cimentação pela técnica convencional, como com o fosfato de zinco (ATTIA *et al.*, 2006). Portanto, o emprego de restaurações adesivas têm sido recomendado para reforçar as estruturas dentárias remanescentes (SOARES *et al.*, 2007), mesmo que esta recuperação da resistência não seja total, mas sim parcial (STEELE; JOHNSON, 1999; SANTOS; BEZERRA, 2005). No presente estudo, as *inlays* em resina composta cimentadas com os diferentes materiais não tiveram a capacidade de recuperar a resistência do dente hígido, mas 34% da resistência para o RelyX ARC e Maxcem, e 23% para o RelyX U100.

Associado aos valores de carga de fratura, também é importante analisar os tipos de fratura em cada grupo experimental. Isto porque não somente o resultado do teste de carga de fratura garante a um material ser ideal para restaurar um dente

enfraquecido, mas sim que tipo de falha ele irá causar quando uma fratura vier a ocorrer, ou seja, se o prognóstico será favorável ou não (SOARES *et al.*, 2004; HABEKOST *et al.*, 2006). Quando a fratura ocorre acima do limite amelocementário, melhor é o prognóstico do dente em relação ao tratamento restaurador. Quando a fratura ocorre abaixo do limite amelocementário, com ou sem exposição da câmara pulpar, geralmente faz-se necessária a cirurgia periodontal para aumento de coroa clínica, dificultando o tratamento restaurador. No caso de fraturas se estendendo ao longo da raiz, geralmente o prognóstico é a extração dentária.

No grupo dos dentes hígidos, além da carga de fratura ter sido superior aos outros grupos, todas as fraturas foram do Tipo I, ou seja, fratura de cúspide no limite da junção amelocementária. Provavelmente este tipo de fratura foi predominante pelo fato dos dentes hígidos terem sua resistência máxima.

Nos outros grupos experimentais ocorreu maior frequência de fraturas do Tipo II, que caracteriza-se pela fratura de cúspide abaixo da junção amelocementária. Este achado relaciona-se ao fato do preparo cavitário fragilizar o elemento dentário e, quanto mais invasivo for esse preparo, mais suscetível à fratura será esse dente (MONDELLI *et al.*, 1980). No caso de tratamento endodôntico, no qual existe uma grande quantidade de estruturas dentárias removidas, as fraturas têm sido descritas como mais severas, aumentando a incidência de envolvimento periodontal (SOARES *et al.*, 2008). No entanto, a maioria das fraturas ocorridas nos grupos experimentais permitem a recuperação da estrutura dental. Dalpino *et al.* (2002) também verificaram um predomínio de fraturas de cúspides, havendo uma prevalência de fraturas recuperáveis quando se utilizam materiais resinosos (SILVA; HILGERT; BUSATO, 2004). Apenas um corpo-de-prova apresentou fratura catastrófica (Tipo V), que corresponde ao grupo do Maxcem.

Os resultados encontrados nesse estudo *in vitro* apresentam relevante significado, visto que os cimentos auto-adesivos não demonstraram capacidade de evitar a deflexão de cúspides de forma similar ao cimento resinoso convencional, embora não houvesse diferenças na carga fratura. Além disso, os dentes são submetidos a várias cargas mecânicas diariamente pelos esforços gerados durante a mastigação, sendo importante uma menor deflexão das cúspides para reduzir o

efeito da fadiga mecânica. Estudos complementares, como resistência à fadiga e acompanhamentos clínicos longitudinais devem ser realizados.

## 7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que:

- as *inlays* fixadas com os cimentos resinosos auto-adesivos RelyX U100 e Maxcem proporcionaram maior deflexão de cúspides. As *inlays* fixadas com RelyX ARC forneceram deflexão de cúspides inferior aos cimentos auto-adesivos, mas não reproduziram a rigidez dos dentes hígidos;

- os valores de carga de fratura para as *inlays* fixadas com os cimentos resinosos foram semelhantes entre si e não reproduziram a carga de fratura dos dentes hígidos;

- houve predominância de falhas consideradas recuperáveis, independente do cimento resinoso empregado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABO-HAMAR, S. E. *et al.* Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. **Clin. Oral Invest.**, Heidelberg, v.9, n.3 , p.161-167. Sept. 2005.

ANUSAVICE, Kenneth J. **Phillips-Materiais Dentários**. 10. ed. Rio de Janeiro: s.n., 1998.

ATTIA, A. *et al.* Fracture load of composite resin and feldspathic all-ceramic CAD/CAM crowns. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.95, n.2 , p.117-23, Feb. 2006.

AUSIELLO, P. *et al.* Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.5, p.237-241, Oct. 1997.

BADER, J. D.; SHUGARS, D.; STURDEVANT, J. R. Consequences of posterior cusp fracture. **Oper. Dent.**, Indianápolis, v.52, n.2, p.128-31, Mar/Apr. 2004.

BELTRÃO, M. C. G. **INFLUÊNCIA DA TRANSFIXAÇÃO HORIZONTAL POR UM PINO DE FIBRA DE VIDRO NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE MOLARES ENDODONTICAMENTE TRATADOS**. 2005. 176 F. Tese (Doutorado em ODONTOLOGIA)-FACULDADE DE ODONTOLOGIA, PUCRS, PORTO ALEGRE, 2005.

BURKE, F. J. T. Tooth fracture *in vivo* and *in vitro*. **J. Dent.**, Oxford, v.20, n.3, p.131-9, Jun. 1992.

CAVEL, T. W.; KELSEY, P. W.; BLANKENAU, R. J. An *in vitro* study of cuspal fracture. **J. Prosthet. Dent.**, St. Luis, v.53, n.1, p.38-41, Jan. 1985.

CERUTTI, A. *et al.* Effects of bonded composite vs amalgam on resistance to cuspal deflection for endodontically-treated premolar teeth. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.17, n.4, p.295-300, Aug. 2004.

DA SILVA, S. B. A.; HILGERT, L. A.; BUSATO, A. L. S. Fracture resistance of resin-based composite and ceramic inlays luted to sound human teeth. **Am. J. Dent.**, Oxford, v.17, n.6, p.404-6, Dec. 2004.

DALPINO, P. H. P. *et al.* Fracture resistance of teeth directly and indirectly restored with composite resin and indirectly restored with ceramic materials. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.15, n.6, p.389-94, Dec, 2002.

DE MUNCK, J. *et al.* Bonding of auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dent. Mater.**, Dallas, v.20, n.10, p.963-971, Dec. 2004.

DUARTE, S. *et al.* Microtensile bond strenghts and scanning electron microscopic evaluation of self-adhesive and self-etchresin cements to intact and etched enamel. **J. Prost. Dent.** , St. Luis. v. 100, n.3. p. 203-210, Sept. 2008

ESCRIBANO, N; LA MACORRA, J. C. Microtensile bond strenght of self-adhesive luting cements to ceramic. **J. Adhes. Dent.** , Germany, v.8, n.5, p.337-341, Aug. 2006.

FONSECA, R. B., *et al.* The influence of cavity preparation desing on fracture strenght and mode of fracture of laboratory-processed composite resin restorations. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.98, n.4, p.277-284. Oct. 2007.

GERTH, H. U. V. *et al.* Chemical analyses and bonding reaction of Relyx Unicem and Bifix composites-A comparative study. **Dent. Mater.**, Dallas, v.22, n.10, p.934-941. Oct. 2006.

GONZÁLEZ-LÓPEZ, S. *et al.* Influence of different composite restoration techniques on cuspal deflection: an in vitro study. **Oper. Dent.**, Indianápolis, v.29, n.6, p.656-660. Nov-Dec. 2004.

GONZÁLEZ-LÓPEZ, S. *et al.* Effect of restorative procedures and occlusal loading on cuspal deflection. **Oper. Dent.**, Indianápolis, v.30, n.1, p.33-38, Jan-Feb. 2005.

GONZÁLEZ-LÓPEZ, S. *et al.* Cuspal flexure of teeth with composite restoration subjected occlusal loading. **J. Adhes Dent., Local** v.9, n.1, p.11-15, Feb. 2007.

GORACCI, C. *et al.* Microtensile bond strenght and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. **J. Adhes. Dent.** , Local, v.8, n.5, p.327-335, Oct. 2006.

HABEKOST, L. V. *et al.* Fracture resistence of premolars restored with partial ceramic restorations and submitted to two different loading stresses. **Oper. Dent.**, Indianápolis, v.2, n.31, p.204-11, Mar-Apr. 2006.

JANTARAT, J. *et al.* Comparasion of methods for meansuring cuspal deformation in teeth. **J. Dent.**, Oxford, v.29, n.1, p.75-82, Jan. 2001.

KUMBULOGLU, O. *et al.* A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. **Inter. J. Prosth.**, Carol Stream, v.17, n.3, p.357-363, Mes. 2004.

MAK, Y. F. *et al.* Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. **Dent. Mat.**, Dallas, v.18, n8. p. 609-21, Dec. 2002.

MARTIN, N., JEDYNAKIEWICZ, N.M., WILLIAMS, D.F. Cuspal deflection during pilymerisation of composite lutes of ceramic inlays. **J. Dent.**, Oxford, v.27, n.1, p.29-36. Jan. 1999.

MEDIGE, J. *et al.* Effect of restorative materials on cuspal flexure. **Quint. Int.**, Oxford,v.26, n.8, p.571-576, Aug. 1994.

MONDELLI, J. *et al.* Fracture strenght of human teeth with cavity preparations. **J. Prosth. Dent.**, St. Luis., v.43, n.4, p.419-422. April. 1980.

MONTICELLI, F. *et al.* Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin. **J. Dent. Res.**, Washinton, v.87, n.10, p.974-979, Oct. 2008.

MORIN, D.; DELONG, R.; DOUGLAS, W. H. Cusp reinforcement by the acid etch thecnique. **J. Dent. Res.**, Washington, v.63, n.8, p.1075-8, Aug. 1984.

REEH, E. S.; MESSER, H. H.; DOUGLAS, W. H. Redution in tooth stiffnes as a result of endodontic and restorativw procedures. **J. Endod.**, Baltimore, v.15, n.11, p.512-6, Nov. 1989.

SANTOS, M. J. M. C.; BEZERRA, R. B. Fracture resintence os maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques. **J. Can. Dent. Assoc.**, Local, v.71, n.8, p.585a-d, Sept. 2005.

SCHWARTZ, R. S.; ROBBINS, J.W. Post placement and restoration of endodontically trated: a review. **J. Endodo.**, v.30, n.5, p.289-299, May, 2004

SEDGLEY, C. M.; MESSER, H. H. Are endodontically treated more brittle? **J. End.**, Baltimore, v.18, n.7, p.332-5, July. 1992.

SHAHRBAF, S. *et al.* The effect of marginal ridge thickness on the resistance of endodontically-treated, composite restored maxillary premolars. **Oper. Dent.**, Indianápolis, v.32, n.3, p.285-290, May-Jun. 2007.

SOARES, P.V. *et al.* Fracture reistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic inlay systems. **Quint. Inter.**, v.35, n.4, p. 281-6, Apr. 2004

SOARES, P. V. *et al.* Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. **J. Prost.**, St. Luis, v.17 , n.2 , p.114-9, Feb. 2007.

SOARES, P. V. *et al.* Influence of restorative tchnique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part I Fracture resistance and fractura mode. **J. Prost.**, St Luis, v.99, n.3, p 30-37, Jun. 2008

STAMPALIA, L. L. *et al.* Fracture resistance of teeth with resin-based restorations. **Prosthet. Dent.**, St. Luis, v.55, n.6, p.694-8, Jun. 1986

STEELE, A.; JOHNSON, B. In vitro fracture strength of endodontically treated premolars. **J. End.**, Baltimore, v.25, n.1, p.6-8, Jan. 1999.

TAKAHSHI, C.U.; DE CARA, A.A.; CONTIN, I. Resistência à fratura de restaurações diretas com cobertura de cúspide em pré-molares superiores endodonticamente tratados. **Pesq. Odont. Bras.**, São Paulo, v.15, n.3, p.247-251, Jul-Sept. 2001

YAMADA, Y.; TSUBOTA, Y.; FUKUSHIMA, S. Effect of restoration method on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars. **Int. J. Prost.**, Carol Stream, v.17, n.1, p.94-98. Ago. 2004.

YANG, B. *et al.* Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. **Dent. Mat.**, Dallas, v.22, n., p.45-56, Jul. 2006.

**ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCRS**

Ofício 099/08-CEP

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Porto Alegre, 21 de janeiro de 2008.

Senhor(a) Pesquisador(a)

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 07/04072, intitulado: **“Influência dos cimentos resinosos auto-adesivos na deflexão de cúspides e na resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente”**.

Sua investigação está autorizada a partir da presente data.

Relatórios parciais e final da pesquisa devem ser entregues a este CEP.

Atenciosamente,

  
p/ Prof. Dr. José Roberto Goldim  
COORDENADOR DO CEP-PUCRS

Ilmo(a) Sr(a)  
Profa Ana Maria Spohr  
N/Universidade

**PUCRS**

Campus Central  
Av. Ipiranga, 6690 – 3º andar – CEP: 90610-000  
Sala 314 – Fone Fax: (51) 3320-3345  
E-mail: [cep@pucrs.br](mailto:cep@pucrs.br)  
[www.pucrs.br/prppg/cep](http://www.pucrs.br/prppg/cep)

**ANEXO B – APROVAÇÃO DA COMISSÃO CIENTÍFICA E DE ÉTICA DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA PUCRS**



*Comissão Científica e de Ética  
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

---

*Porto Alegre 27 de novembro de 2007*

**O Projeto de: Dissertação**

**Protocolado sob nº:** 0066/07  
**Intitulado:** Influência dos cimentos resinosos auto-adesivos na deflexão de cúspides e na resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente  
**Pesquisador Responsável:** Profa. Dra. Ana Maria Spohr  
**Pesquisadores Associados:** Rhuy Dall Agnol  
**Nível:** Mestrado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 19 de outubro de 2007.

*Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP/PUCRS*

**Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira**  
Presidente da Comissão Científica e de Ética da  
Faculdade de Odontologia da PUCRS