UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CELSO DE FREITAS PEDROSA FILHO
CIRURGIÃO – DENTISTA

Avaliação da resistência à fratura de pré-molares com preparos cavitários extensos submetidos a diferentes procedimentos restauradores

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Piracicaba
2003

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

CELSO DE FREITAS PEDROSA FILHO
CIRURGIÃO – DENTISTA

Avaliação da resistência à fratura de pré-molares com preparos cavitários extensos submetidos a diferentes procedimentos restauradores

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins

Piracicaba
2003

UNIDADE BC
Nº CHAMADA UNICAMP P343a
V EX
TOMBO BC/ 55170
PROC. 16-124103
C D
PREÇO R$ 11,00
DATA 08/08/03
Nº CPD

CM00187138-0

BIB ID 296354

Ficha Catalográfica

Pedrosa Filho, Celso de Freitas.
P343a Avaliação da resistência à fratura de pré-molares com preparos cavitários extensos submetidos a diferentes procedimentos restauradores. / Celso de Freitas Pedrosa Filho. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2003.
ix, 91f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas compostas. 2. Amálgamas. 3. Dentística. 4. Restauração (Odontologia). I. Martins, Luís Roberto Marcondes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

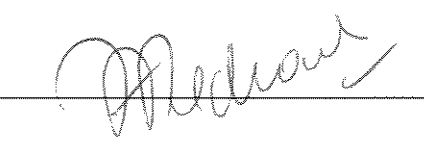
Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8–6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

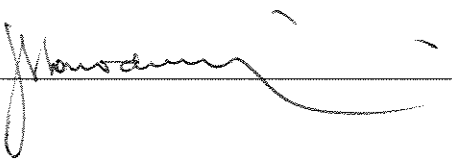
UNICAMP

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 13 de Fevereiro de 2003, considerou o candidato CELSO DE FREITAS PEDROSA FILHO aprovado.

1. Prof. Dr. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

2. Prof. Dr. SÉRGIO DE FREITAS PEDROSA 

3. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO 

DEDICATÓRIA

A Deus,

eterno Pai, que nos abençoa com sua infinita sabedoria e amor. Obrigado pelas bênçãos de saúde e paz, da família, dos amigos, e principalmente pela vida. Obrigado por estar sempre presente em meu caminho, através de Seu filho, guiando-me no caminho da retidão.

Aos meus amados pais, Celso e Regina Célia,

eternos exemplos de vida e de dedicação, não medindo esforços para que seus filhos possam estar sempre procurando conquistar seus sonhos. Obrigado pelo apoio, amor e carinho que sempre tiveram comigo. Dedico todas minhas conquistas até hoje e futuras a vocês.

Às minhas irmãs, Viviane e Maria Angélica,

que estão sempre presentes em minha vida, apoiando-me com sua amizade e carinho, vibrando junto comigo a cada etapa conquistada em minha vida.

A minha querida avó, Roselmira,

que é uma pessoa muito especial em minha vida, que sempre me apóia e está presente em todas minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins,

pela sua forma especial de orientar, ressaltando o seu brilhantismo profissional, e acima de tudo o humanismo e a amizade. Agradeço o apoio e orientação em minha formação profissional, mas acima de tudo, agradeço a amizade. Obrigado por acreditar em mim.

Ao Prof. Dr. Sérgio de Freitas Pedrosa,

que merece um carinho especial, pois além da dedicação ao ensino da Odontologia, é uma pessoa muito especial. Antes de professor, é meu tio e padrinho, e através do seu incentivo, confiança, apoio e amizade, é um exemplo, e me auxiliou na escala de mais este importante degrau em minha vida.

AGRADECIMENTOS

- À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas, em nome de sua Diretoria e Coordenadoria de Pós-Graduação.
- Aos professores da Área de Dentística da FOP-UNICAMP, Giselle Maria Marchi, José Roberto Lovadino, Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo, Luiz André Freire Pimenta e Marcelo Giannini, pela sua dedicação e conhecimentos transmitidos.
- Aos professores Cecília Gatti Guirado, Márcio A. Lopes e Oswaldo Di Hipólito Júnior, pelas contribuições e conhecimentos transmitidos durante exame de qualificação.
- Aos colegas da Dentística, Alessandra, Alex, André, Carlos, Carol, César, Ciça, Cláudia, Denise, Eliane, Fábio, Flávio, Grace, Larissa, Mirela, Patrícia, Ricardinho, Rogério, Vanessa Cavalli e Vanessa Gallego, pelo companheirismo e por estarem sempre presentes.
- Aos funcionários da Dentística, Paula e Reinaldo, por serem sempre solícitos e dispostos a ajudar.
- Ao engenheiro Marcos Blanco Cangiani, técnico do Laboratório de Materiais Dentários pela sua constante ajuda e colaboração durante a execução deste trabalho.
- Aos meus amigos de Uberlândia, que mesmo à distância torcem por mim e estão sempre presentes em minha vida.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E PALAVRAS ESTRANGEIRAS 1

LISTA DE FIGURAS 2

LISTA DE TABELAS 3

LISTA DE QUADROS 4

RESUMO 5

ABSTRACT 7

1. INTRODUÇÃO 9

2. REVISÃO DA LITERATURA 13

3. PROPOSIÇÃO 49

4. METODOLOGIA 50

4.1. MATERIAIS 50

4.2. MÉTODOS 51

4.2.1. Delineamento experimental 51

4.2.2. Seleção, limpeza e armazenamento dos dentes 51

4.2.3. Obtenção das dimensões dos dentes 52

4.2.4. Inclusão, fixação e obtenção do ligamento periodontal artificial 53

4.2.4.1. Cobertura das raízes com cera 53

4.2.4.2. Inclusão dos dentes 53

4.2.4.3. Fixação dos dentes e obtenção do ligamento periodontal artificial 54

4.2.5. Divisão dos grupos experimentais 55

4.2.6. Confecção de matriz individual 56

4.2.7. Realização dos preparos cavitários 57

4.2.8. Procedimentos restauradores 58

4.2.9. Ensaio mecânico de compressão 64

5. RESULTADOS 65

6. DISCUSSÃO 68

7. CONCLUSÃO 75

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 76

BIBLIOGRAFIA 85

ANEXOS 86

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E PALAVRAS ESTRANGEIRAS

°	- graus (unidade de angulação)
°C	- graus Celsius
4-META	- 4-metacriloxietil trimelitato anidro
α	- nível de confiabilidade
DP	- desvio padrão
Dual	- dupla polimerização, química e física
F	- valor crítico
GL	- graus de liberdade
Inlay	- restauração indireta intracoronária
kgf	- quilograma-força
MO	- mésio-oclusal
MOD	- mésio-ocluso-distal
µm	- micrômetro
mm	- milímetro
Nº	- número
OD	- ocluso-distal
Onlay	- restauração indireta com cobertura de cúspide
p	- probabilidade
PVC	- polivinil-cloreto
QM	- quadrado médio
RMF	- restauração metálica fundida
Slot	- tipo de cavidade formada por uma caixa estritamente proximal
SQ	- soma dos quadrados
VL	- vestíbulo-lingual

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Numeração e confecção das demarcações nas raízes dos dentes. **52**

Figura 2. Amostra após inclusão, fixação e obtenção do ligamento periodontal artificial. **55**

Figura 3. Amostras posicionadas em máquina plastificadora (**A**). Aspecto após a formação do vácuo e moldagem dos dentes (**B**). Matrizes de acetato recortadas e numeradas (**C**). **57**

Figura 4. Aparelho padronizador de preparos, com as setas indicando os micrômetros digitais (**A**). Confecção do preparo cavitário (**B**). Dente após preparo (**C**). **58**

Figura 5. Matriz de poliéster posicionada no dente (**A**). Adaptação do último incremento com matriz de acetato (**B**). Restauração direta em resina composta concluída (**C**). **60**

Figura 6. Moldagem do preparo (**A**). Restauração indireta confeccionada e silanizada (**B**). Restauração indireta cimentada (**C**). **62**

Figura 7. Amostra com matriz metálica posicionada (**A**). Avaliação da escultura através de matriz de acetato (**B**). Restauração de amálgama finalizada (**C**). **63**

Figura 8. Amostra com esfera posicionada tocando as vertentes internas das cúspides, anteriormente à aplicação das forças compressivas (**A**). Dente após fratura (**B**). **64**

Figura 9. Gráfico ilustrativo das médias de resistência à fratura dos grupos experimentais, aonde letras diferentes indicam resultados estatisticamente significantes. **67**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Divisão dos grupos experimentais e seus respectivos tratamentos.	**56**
Tabela 2.	Valores médios de carregamento oclusal, em kgf, necessários para fraturar as amostras de cada grupo.	**65**
Tabela 3.	Resultados da Análise de Variância para os grupos em estudo.	**66**
Tabela 4.	Resultados do teste de Tukey para os valores de resistência à fratura obtidos.	**66**

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Marcas comerciais, características e fabricantes dos materiais restauradores utilizados. **50**

Quadro 2. Dimensões e aberturas do preparo, em mm, das amostras 1 a 25 utilizadas neste estudo. **86**

Quadro 3. Dimensões e aberturas do preparo, em mm, das amostras 26 a 50 utilizadas neste estudo. **87**

Quadro 4. Relação das amostras, seus respectivos tratamentos e os valores registrados de resistência à fratura, expressos em kgf. **88**

RESUMO

Este estudo propôs avaliar a resistência à fratura de pré-molares superiores com preparos cavitários extensos, submetidos a diferentes procedimentos restauradores. Selecionaram-se cinqüenta dentes, extraídos por razões ortodônticas, com dimensões semelhantes, incluídos em cilindros de resina de poliestireno com reprodução do ligamento periodontal, e divididos aleatoriamente em cinco grupos de dez dentes cada. Os elementos do grupo 1 permaneceram íntegros, e os dos grupos 2 ao 5 receberam preparos cavitários amplos, do tipo MOD, com caixas proximais ao nível amelo-cementário e paredes circundantes expulsivas, sendo que os dentes do grupo 2 não receberam restaurações. Utilizaram-se os grupos 1 e 2 como controle, e os grupos 3 ao 5 receberam, respectivamente, restaurações direta e indireta em compósito, e em amálgama. Ao término dos procedimentos restauradores, submeteram-se as amostras ao ensaio mecânico de compressão em máquina de ensaios universal, Instron, através de esfera de aço de 5,0 mm de diâmetro, com velocidade de 0,5 mm/min, até fratura do dente e/ou restauração. Obtiveram-se, então, os seguintes valores médios de resistência à fratura: grupo 1 = 176,13±52,56 kgf (A), grupo 4 = 117,72±32,92 kgf (B), grupo 3 = 103,72±19,02 kgf (B), grupo 5 = 63,95±20,28 kgf (C) e grupo 2 = 22,41±10,51 kgf (D). Submeteram-se os valores à análise de variância e ao teste de Tukey com nível de significância de 5% (α=0,05), para

determinar diferenças estatísticas entre os grupos estudados, indicadas acima através de letras diferentes. De posse dos resultados pôde-se concluir que pré-molares íntegros apresentam os maiores valores de resistência a fratura, mostrando-se superiores aos demais grupos. As restaurações adesivas não apresentaram diferenças estatísticas entre si, e suas médias mostraram-se superiores aos grupos restaurados com amálgama e aquele apenas com preparo e sem restauração, com este último apresentando as piores médias do estudo.

Palavras-chave: resistência à fratura; pré-molares; resina composta; amálgama.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate de fracture resistance of maxillary premolar teeth with large cavity preparation, submitted to different restorative procedures. Fifty teeth with similar dimensions, extracted for orthodontic reasons, were selected and included in polystyrene resin cylinders, reproducing the periodontal ligament, and randomly assigned to five groups of ten teeth each. The teeth from group 1 remain intact and teeth from group 2 to 5 received wide MOD cavity preparations with proximal boxes and expulsive walls. The groups 1 and 2 were used as controls and the teeth of the groups 3 to 5 received respectively restorations of direct and indirect composite and amalgam. After the restorative procedures the teeth were then subjected to a compressive load in a Universal Instron Testing Machine with a 4 mm stainless steel sphere at a crosshead speed of 0,5 mm/min until fracture of the restoration and/or teeth occurred. The mean fracture resistance for the experimental groups were: group 1 = 176,13±52,56 kgf (A), group 4 = 117,72±32,92 kgf (B), group 3 = 103,72±19,02 kgf (B), group 5 = 63,95±20,28 kgf (C) e group 2 = 22,41±10,51 kgf (D). The values obtained in this study were subjected to Analysis of Variance and the Tukey test with significance level of 5% (α=0,05), revealing the differences among groups showed above with different letters. With the results it can be concluded that intact premolar teeth presented the highest fracture resistance values. Direct and indirect composite

restorations did not differed from each other and presented higher fracture resistance means than the amalgam and preparation without restoration group, with the last one presenting the worst values of fracture resistance.

Key words: fracture resistance; premolars; composite resin; amalgam.

1. INTRODUÇÃO

A fratura dental é problema freqüentemente observado na rotina clínica do cirurgião-dentista. Esta ocorrência é a terceira causa de perda de elementos dentários, ficando atrás de patologias periodontais e cárie (STAMPALIA *et al.*, 1986).

O efeito da mastigação em dentes restaurados ou hígidos é variável (SCHATZ *et al.*, 2001), estando a oclusão fisiológica associada ao baixo carregamento oclusal e alta freqüência, enquanto o trauma está associado à aplicação de forças consideráveis quando os dentes entram em contato (SALIS *et al.*, 1987; BURKE, 1992). Atualmente, cuidados em relação à prevenção têm proporcionado maior longevidade dos dentes, o que também os tornam mais susceptíveis à fratura, pois estando mais tempo na cavidade bucal sujeitam-se a maiores períodos de carregamento oclusal (EAKLE, 1986a; KHERA *et al.*, 1990; WORSCHECH, 2000). STAMPALIA *et al.*, em 1986, afirmaram que comumente observa-se fratura dental em pessoas com mais de 40 anos.

Dentes hígidos raramente fraturam sob função mastigatória normal (EAKLE, 1986a; BURKE, 1992; EL-MOWAFY, 1993; MONDELLI *et al.*, 1998), sendo estas ocorrências mais freqüentes em dentes enfraquecidos por perda de estrutura, seja por cárie, por conseqüência de preparo cavitário (MONDELLI *et al.*, 1980; BLASER *et al.*, 1983; REEL & MITCHELL, 1989; MÜRRER, 1999; DIAS DE SOUZA *et al.*, 2001), fator este que mais influencia a freqüência de fraturas

dentais, ou mesmo por lesões de abrasão, abfração e erosão (KHERA *et al.*, 1990; OSBORNE-SMITH *et al.*, 1998; SCHATZ *et al.*, 2001). As cúspides dos dentes posteriores flexionam sob carregamento oclusal (STAMPALIA *et al.*, 1986), e ao se confeccionar preparo para cavidade do tipo MOD, as cúspides têm sua altura efetiva aumentada (CARON *et al.*, 1996; MONDELLI *et al.*, 1998; LIN *et al.*, 2001) que têm tendência em se separar (EAKLE, 1986a). Os resultados são cúspides fragilizadas que flexionam mais sob fadiga oclusal (SALIS *et al.*, 1987), permitindo microinfiltração e cáries secundárias (JAGADISH & YOGESH, 1990; MINTO *et al.*, 2002) ou fratura dental (WASSEL *et al.*, 1995).

Os procedimentos restauradores tornam-se necessários para garantir função, estética, aliviar sensibilidade e prevenir patologias pulpares. Em face deste aspecto, materiais e técnicas restauradoras, tanto diretas quanto indiretas, com finalidade de recuperar mecanicamente o remanescente dental passaram a receber grande atenção por parte dos pesquisadores.

O amálgama, material restaurador amplamente utilizado em dentes posteriores devido sua facilidade de manipulação e propriedades mecânicas favoráveis (STANFORD *et al.*, 1960; MONDELLI *et al.*, 1998; DIAS DE SOUZA *et al.*, 2001), não adere às superfícies dentais (JAGADISH & YOGESH, 1990; SANTOS & MEIERS, 1994; WORSCHECH, 2000; MINTO *et al.*, 2002), e conseqüentemente não recupera mecanicamente o remanescente de dentes significativamente comprometidos (EAKLE, 1986a; GELB *et al.*, 1986; STAMPALIA *et al.*, 1986; OLIVEIRA *et al.*, 1987; OLIVEIRA *et al.*, 1996). O amálgama com cobertura de cúspides tem sido sugerido como opção (SANTOS &

MEIERS, 1994; GELB *et al.*, 1996; MONDELLI *et al.*, 1998), mas apresenta como desvantagens maior desgaste de estrutura dental e comprometimento estético, principalmente em pré-molares superiores (LIBERMAN *et al.*, 1990).

De fato, devido à falta de adesividade do amálgama, necessita-se a confecção de retenções mecânicas, que muitas vezes implica em maior desgaste de estrutura dental, resultando em posterior enfraquecimento do remanescente (MONDELLI *et al.*, 1980; EL-SHERIF *et al.*, 1988; OLIVEIRA *et al.*, 1996; YAMAN *et al.*, 2000; DIAS DE SOUZA *et al.*, 2001). JAGADISH & YOGESH, no ano de1990, relataram em seu estudo que falhas de cúspides em dentes restaurados com amálgama MOD ocorrem como resultado da fadiga da estrutura dental fragilizada causada pela propagação de microtrincas sob carregamento repetitivo.

Materiais e técnicas restauradoras adesivas têm sido defendidas como alternativa para restaurações de amálgama ou metálicas fundidas (JOYNT *et al.*, 1987; HANSEN & ASMUSSEN, 1990; LEINFELDER, 1997) devido à sua capacidade de adesão à estrutura dental remanescente (EAKLE, 1986a) e propriedades dos compósitos (McCABE *et al.*, 2000), como módulo de elasticidade e estética.

Dentre os procedimentos adesivos, a técnica restauradora direta não apenas oferece suficiente estabilidade da restauração, sem necessidade de retenções mecânicas, diminuindo o desgaste de estrutura dental sadia, mas também une as cúspides de dentes enfraquecidos (EAKLE, 1986a; AUSIELLO *et al.*, 1997; SECCO *et al.*, 1997; FRAGA *et al.*, 1999), aumentando a resistência à fratura destes (EAKLE, 1985b; EAKLE, 1986b; GELB *et al.*, 1986; OLIVEIRA *et al.*,

1987; BURKE, 1992; HERNANDEZ *et al.*, 1994). Com isso pode-se afirmar que as restaurações diretas em resina composta, utilizada em dentes posteriores, atingem bons resultados estéticos e funcionais aliados à conservação de estrutura dental. Contudo, apresentam altos valores de contração de polimerização (JOYNT *et al.*, 1987; JAGADISH & YOGESH, 1990; SULIMAN *et al.*, 1993; SANTOS & MEIERS, 1994; WORSCHECH, 2000), dificuldades na definição dos contatos proximais (SOARES, 2000), na reprodução anatômica (WASSEL *et al.*, 1995; VAN DIJKEN, 2000) e no acabamento e polimento (LEINFELDER, 1997).

Visando superar as deficiências das restaurações diretas, a técnica indireta para compósitos foi introduzida buscando a minimização da contração de polimerização (WATTS *et al.*, 1995; VAN DIJKEN, 2000), aumentando o grau de conversão dos monômeros em polímeros (COVEY *et al.*, 1992; PARK, 1996) e conseqüentemente melhorando as propriedades mecânicas do material (FERRACANE & CONDON, 1992; WASSEL *et al.*, 1995), como resistência ao desgaste e durabilidade.

Assim, com a atual exigência estética da sociedade moderna aliada ao desenvolvimento dos materiais restauradores adesivos, melhorando sua capacidade de união à estrutura dental e suas propriedades mecânicas, observa-se crescente utilização das resinas compostas como alternativa às restaurações metálicas.

Por este motivo, e pelo fato dos dados da literatura serem controversos, foi proposta a execução deste trabalho, buscando avaliar a resistência à fratura de pré-molares submetidos a tratamentos restauradores adesivos e não-adesivos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em estudo sobre a espessura da membrana periodontal humana COOLIDGE, em 1937, fez uma revisão sobre o assunto bem como avaliou a espessura de 172 dentes humanos. Realizou medições na região da crista alveolar, terço médio e terço apical da raiz, e as médias de todas as medições foram, respectivamente, 0,39 mm, 0,17 mm e 0,21 mm. Observou também que a espessura do ligamento variava de acordo com a faixa etária, o número de raízes e a posição na arcada bem como a quantidade de carga durante a função oclusal, apresentando, os dentes mal-posicionados e com esforço oclusal excessivo, as maiores espessuras do ligamento periodontal.

Preocupado com os efeitos do preparo cavitário sobre a resistência à fratura dos dentes, VALE, em 1959, realizou estudo *in vitro,* um dos pioneiros na área, para investigar o efeito do preparo cavitários e de alguns tipos de restauração na resistência à fratura de pré-molares. Para isso, utilizou pares de pré-molares contralaterais, mantendo um deles íntegro, atuando como controle, enquanto o outro recebia cavidade de classe II. Estudou a variação da largura do istmo de 1/3 e ¼ da distância intercuspidal e o tipo de restauração (amálgama, RMF e RMF com proteção de cúspide). Submeteu as amostras a testes mecânicos de compressão, em máquina de testes universal, através de uma esfera com 4,76 mm de diâmetro posicionada ao centro da face oclusal. Com os

resultados obtidos, o autor verificou que, para largura do istmo de ¼ da distância intercuspidal, a quantidade de força necessária para fraturar o dente preparado era a mesma que para o dente controle, ao passo que, quando se aumentava a largura do istmo para 1/3 daquela distância, a força necessária para a fratura mostrou-se menor que aquela para os dentes do grupo controle. Além disso, o autor também constatou que restaurações de amálgama não recuperavam a resistência perdida pelo preparo, mas as RMF, sim.

Um ano mais tarde, STANFORD *et al.* desenvolveram estudo para avaliar as propriedades compressivas de esmalte, dentina e alguns materiais restauradores. Preparam amostras cilíndricas através de esmalte e dentina de diferentes regiões de um mesmo dente, diferentes orientações de estrutura, dentes decíduos, dentes despolpados, dentes com idades diferentes e dentes com áreas endêmicas de fluorose. Cortaram as amostras em blocos, montadas em aparato especial e colocadas em água destilada até o teste. Confeccionaram espécimes cilíndricos do mesmo tamanho e de diversas maneiras para cada material, sendo eles cimento de silicato, resina, cimento de fosfato de zinco, amálgama e ouro. Cortaram e prepararam os cilindros e, posteriormente, testaram em compressão, corrigindo os resultados de acordo com uma equação pré-definida. Após os testes, os autores concluíram que os valores para as três propriedades de compressão da dentina não pareciam ser afetados pelo tipo de dente ou pela orientação original da dentina, assim como a direção dos túbulos e que, em média, a dentina radicular pode ter baixos valores de resistência

compressiva em relação à dentina coronária. Entretanto, a oscilação dos valores para espécimes individuais de dentina radicular e coronária, em parte, coincidiu. Não houve diferenças para a dentina radicular entre dentes vitais e não vitais. As propriedades compressivas do esmalte parecem depender da orientação dos espécimes no dente. A rigidez do esmalte apresentou-se mais alta que a rigidez dos materiais restauradores testados, excetuando-se as ligas áureas. A força compressiva da dentina é mais alta que a dos materiais restauradores, exceto em relação ao amálgama. A análise dos resultados mostrou que materiais rígidos como o amálgama, ouro, resina direta, cimento de fosfato de zinco e dentina humana, produzem grande deformação plástica, em relação ao cimento de silicato e ao esmalte, que fraturam assim que o limite proporcional é alcançado, mostrando-se friáveis.

MONDELLI *et al.*, em 1980, avaliaram a resistência à fratura de pré-molares superiores com três diferentes tipos de preparo, sendo eles oclusal, ocluso-proximal e mésio-ocluso-distal, com larguras de istmo variando em ½, 1/3 e ¼ da distância intercuspidal. Um grupo foi utilizado como controle e era constituído por dentes íntegros. Submeteram os espécimes a teste de compressão axial em máquina de ensaios universal a uma velocidade de 0,5 mm/min através de uma esfera de aço de 4 mm de diâmetro contatando as cúspides vestibular e lingual. Os resultados mostraram as maiores médias para dentes intactos, e os valores decresceram progressivamente à medida que mais estrutura dental era removida. Com isso os autores puderam concluir que a largura do istmo foi fator significante,

e que cavidades com largura de istmo de ¼ são ideais para garantir maior resistência, independente do tipo de preparo.

No ano de 1983, BLASER *et al.* estudaram os efeitos de diversos desenhos de cavidades de classe II na resistência à fratura de dentes extraídos. Utilizaram para este estudo cem pré-molares superiores divididos em cinco grupos, sendo um constituído por dentes íntegros e os outros quatro receberam preparos MOD variando largura do istmo e profundidade da parede pulpar. Realizaram os ensaios de resistência à fratura em máquina universal de ensaios através de barra de 4,8 mm de diâmetro, posicionada perpendicularmente ao longo eixo do dente, com velocidade de 10 mm/min. Os resultados mostraram que apenas os grupos com parede pulpar profunda tiveram resistência significativamente reduzida, e puderam concluir que aqueles com istmo e profundidade menores mostraram-se mais resistentes que aqueles com istmo e profundidade maiores. Observaram também que dentes maiores resistem melhor à fratura do que os menores, e que quando o istmo e a profundidade são maiores, deve-se optar por uma restauração que reforce as cúspides.

Buscando avaliar os fatores predisponentes à fratura de pré-molares, EAKLE & BRALY, em 1985, compararam o efeito do arredondamento ou não, das linhas internas dos preparos. Realizaram preparos cavitários MOD em pares de pré-molares contralaterais. Para cada par, um dente recebia preparo com linhas arredondadas e o outro não. As amostras receberam carregamento através de esfera posicionada entre as cúspides vestibular e lingual com velocidade de 20

mm/min. Embora modelos fotoelásticos demonstrassem concentrações de tensões em torno de ângulos não arredondados, os resultados deste estudo não mostraram diferenças significativas nos valores de resistência à fratura entre os dois preparos testados.

Em 1985b, EAKLE testou o reforço de dentes posteriores previamente fraturados, restaurados com compósitos e em seguida, novamente fraturados. Para isso, realizou preparos MOD, submetendo os dentes ao teste de compressão até fratura, restaurando, em seguida, com compósito híbrido, realizando, então, novo teste de compressão até fraturarem novamente. Para o teste, aplicou força compressiva, com velocidade de 5 mm/min, com esfera de 3/16 polegada de diâmetro contatando os planos inclinados das cúspides vestibular e lingual, sobre nichos confeccionados para reduzir o deslizamento da esfera. Como resultado, obteve que a força requerida para fraturar novamente os dentes restaurados com resina composta foi significativamente menor que aquela para fraturar o dente inicialmente.

EAKLE, em 1985a, avaliou o efeito da utilização de restaurações em resina composta e cimento de ionômero de vidro na resistência à fratura de pré-molares superiores submetidos a preparos tipo MOD, quando comparados a dentes com cavidades sem restauração (grupo controle). Depois de restauradas as amostras, o autor testou-as através de carregamento axial de compressão em máquina universal de ensaios. A comparação dos resultados do grupo restaurado com resina composta com o controle, mostraram os compósitos mais eficazes em

aumentar a resistência à fratura de dentes preparados, enquanto que o cimento de ionômero de vidro não obteve diferenças significativas em relação ao grupo controle.

Nesta mesma linha de pesquisa, EAKLE, em 1986b, realizou estudo comparando a capacidade de cinco sistemas restauradores adesivos em aumentar a resistência à fratura de pré-molares superiores, quando comparados com dentes preparados e não restaurados. Todos os dentes receberam preparos MOD e após os procedimentos restauradores, submeteu-os a testes de compressão. Os resultados mostraram a capacidade de todos os sistemas em aumentar significativamente a resistência de dentes preparados, enquanto que não houve diferenças estatísticas entre os sistemas restauradores. O autor concluiu também que, embora os sistemas adesivos apresentem bons resultados na prevenção de fraturas, posteriores desenvolvimentos seriam necessários aos materiais para torná-los mais duráveis clinicamente.

Ainda no ano de 1986a, EAKLE avaliou o quanto compósitos, combinados com adesivo de esmalte ou adesivo de esmalte e dentina poderiam aumentar a resistência à fratura de dentes com preparos MOD. Para este estudo selecionou 48 pré-molares com tamanhos semelhantes divididos em três grupos, sendo um para cada técnica restauradora e deixando o terceiro sem restauração, atuando como controle. Submeteu as amostras ao carregamento de compressão em máquina de ensaios universal através de uma esfera de 4,76 mm, com velocidade de 5 mm/min. Os resultados obtidos mostraram que apenas os dentes

restaurados com resina composta, combinada ao adesivo para esmalte e dentina, mostraram resistência estatisticamente superior aos demais grupos, e entre estes não houve diferenças estatísticas.

GELB *et al.*, em 1986, examinaram o efeito de diferentes materiais restauradores na resistência à fratura de pré-molares superiores. Para isso, dividiram 39 pré-molares em cinco grupos, com um contendo dentes íntegros e os demais preparos MOD conservadores e sem caixas proximais. Dentre os grupos preparados, um permaneceu sem restauração e os demais receberam resina composta com e sem condicionamento ácido de esmalte, e amálgama. Os resultados não indicaram diferenças entre o grupo restaurado com compósito, associado a sistema adesivo e condicionamento de esmalte, e aquele constituído por dentes íntegros. Quanto aos demais, não encontraram, entre eles, diferenças estatisticamente significantes.

Estudando a resistência à fratura de pré-molares superiores, STAMPALIA *et al.*, em 1986, procuraram avaliar a eficácia da resina composta associada a adesivo de esmalte. Dividiram trinta dentes em três grupos, sendo o primeiro formado por dentes intactos e os demais receberam preparos MOD restaurados com amálgama e resina composta combinada ao adesivo de esmalte. Os elementos receberam carregamento de compressão oclusal, através de cilindro com diâmetro variando de 3.9 a 5 mm em sua extensão, até a fratura. Os resultados não mostraram diferenças entre os dois tipos de restauração, e os dentes intactos apresentaram-se significativamente mais resistentes à fratura. A

partir disso os autores concluíram que a resina composta associada ao adesivo de esmalte não aumentou a resistência à fratura de pré-molares.

No ano de 1987, JOYNT *et al.* realizaram estudo para avaliar os efeitos das resinas compostas adesivas na resistência à fratura de dentes posteriores estruturalmente comprometidos. Utilizaram 41 pré-molares superiores divididos em cinco grupos: (I) dentes intactos, (II) dentes preparados não restaurados, (III) restaurações em amálgama, (IV) restaurações de resina composta sem bisel, e (V) resina composta com bisel. Para os grupos II ao V confeccionaram preparos MOD com caixas proximais, e no grupo V fizeram bisel em todo ângulo cavosuperficial do preparo. Realizaram os ensaios de resistência à fratura com duas barras para garantir contato apenas à estrutura dental. Os resultados mostraram que dentes intactos têm maior resistência que dentes restaurados ou somente preparados, e que aqueles restaurados mostraram-se mais resistentes que o grupo de dentes apenas com preparo. Não encontraram diferenças entre os grupos restaurados.

OLIVEIRA *et al.*, em 1987, compararam a resistência à fratura de pré-molares superiores tratados endodonticamente com diferentes tipos de preparos cavitários e métodos de restauração. Dividiram o trabalho em duas partes. Na primeira, utilizaram sessenta dentes divididos em seis grupos, sendo um controle, formado por dentes íntegros, e os demais receberam preparos MOD com caixas proximais e restaurações em amálgama e resina composta com ou sem preenchimento da câmara pulpar com cimento de fosfato de zinco. Para a

segunda parte, selecionaram trinta dentes divididos em três grupos, com um atuando como controle e os outro dois receberam o mesmo preparo da primeira parte com a diferença de que reduziram a parede pulpar ao mesmo nível da parede gengival das caixas proximais, eliminando a dentina interaxial, preenchendo as câmaras pulpares com fosfato de zinco e restaurando os dentes com amálgama e resina composta. Promoveram os testes de compressão através de cilindro que tocava apenas os planos inclinados das cúspides, com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados levaram os autores a concluir que em dentes com preparos pequenos, o material restaurador utilizado exerce menor importância que em dentes com preparos mais extensos, e que a preservação de toda dentina saudável deve ser o objetivo primário na preservação da resistência do dente.

No mesmo ano, SALIS *et al.* realizaram trabalho para determinar a resistência à fratura por impacto em pré-molares intactos e restaurados com MOD de amálgama, MOD overlay de amálgama, overlay em ouro e coroas totais de ouro. Os resultados mostraram que pré-molares inferiores são mais resistentes ao impacto que os superiores. Concluíram também que restaurações MOD de amálgama tiveram resistência significativamente reduzida em relação aos dentes íntegros, e estes não diferiram significativamente das overlays MOD de amálgama. As overlays e coroas totais em ouro aumentaram significativamente a resistência dos dentes quando comparados com os dentes íntegros.

Estudando tipos de cavidades em pré-molares superiores, EL-SHERIF *et al.*, em 1988, conduziram estudo pra avaliar o efeito da abertura do istmo

oclusal do preparo cavitário na resistência à fratura do remanescente dental com diversos tipos de cavidade de classe II restaurados com amálgama. Dividiram cem dentes, aleatoriamente, em dez grupos: um constituído por dentes íntegros e os outros receberam preparos diversos de classe II e restaurações de amálgama, variando a largura do istmo. Após os teste de fratura, os autores não encontraram diferenças entre os preparos com mesma abertura oclusal, havendo, no entanto, diferenças quando variada a largura do istmo. Com isso, concluíram que todos os preparos reduziram a resistência à fratura na mesma proporção em que se aumentava a abertura oclusal da cavidade em relação à distância intercuspidal e que, devido a isso, sempre que possível, deve-se evitar ó desgaste de estrutura dental sadia.

No ano seguinte, REEL & MITCHEL, compararam a resistência de pré-molares superiores com restaurações extensas em compósito e dentes hígidos. Para esta finalidade, dividiram setenta dentes em sete grupos com dez dentes cada, confeccionando preparos cavitários do tipo MOD com caixas proximais em seis deles. Um grupo constituiu-se de dentes íntegros, atuando como controle, e outro conteve dentes preparados sem receberem restaurações, sendo os demais restaurados com resina composta, foto e quimicamente ativadas combinadas com adesivos dentinários. Realizaram, em seguida, testes de compressão em máquina de ensaios Instron, utilizando esfera com 4,7 mm de diâmetro a uma velocidade de 0,508 mm/min. Através da análise estatística dos resultados, concluíram que dentes com preparos cavitários MOD com caixas proximais parecem enfraquecer

pré-molares mais que os preparos de outros estudos citados na literatura, e que as restaurações de resina composta tiveram resistência de apenas metade dos valores encontrados para os dentes íntegros, não havendo diferenças entre adesivos de esmalte e dentinário. Dentes íntegros apresentaram, significativamente, os maiores valores de resistência, enquanto que os dentes somente preparados apresentaram os piores valores.

LIBERMAN *et al.*, em 1990, avaliaram o efeito da utilização de resinas compostas posteriores na resistência à fratura de paredes cavitárias submetidas a carregamentos oclusais em comparação a restaurações de amálgama. Selecionaram trinta pré-molares, que receberam preparo cavitário do tipo MOD, divididos em 3 grupos: dentes não restaurados e restaurações de amálgama e resina composta. Em seguida, executaram teste mecânico de compressão em cada cúspide, V e L, separadamente com velocidade de 5 mm/min. Os resultados mostraram que dentes preparados e não restaurados estão mais suscetíveis à fratura por forças oclusais do que dentes restaurados, e que restaurações em resina composta reforçam significantemente mais o remanescente dental que restaurações de amálgama.

Em 1990, JAGADISH & YOGESH, compararam a resistência à fratura de dentes com preparos de classe II restaurados com ionômero de vidro reforçado com prata, resina composta para dentes posteriores e amálgama. Selecionaram pré-molares superiores extraídos, com dimensões pré-estabelecidas e divididos aleatoriamente em cinco grupos: (1) dentes íntegros, (2) dentes somente

preparados, (3) amálgama, (4) resina composta e (5) ionômero. Os dentes dos grupos 2 ao 5 receberam preparos ideais MO ou DO. Aplicaram aos grupos, após as restaurações, carregamento de compressão através de duas barras metálicas de 2 mm de diâmetro cada com velocidade de 0,1 mm/min até a fratura do espécime. Com os resultados obtidos, os autores puderam concluir que a resina composta produziu a melhor resistência à fratura do dente, seguida, em ordem decrescente, pelo ionômero de vidro, dente intacto, amálgama e dentes apenas com preparo. Os autores também afirmam que a resina composta e o ionômero de vidro parecem aumentar a resistência original do dente quando usados como material restaurador.

Buscando algum fator morfológico que pudesse determinar maior risco à fratura, KHERA *et al.*, em 1990, verificaram na anatomia das cúspides de dentes posteriores, com exceção do primeiro pré-molar superior,. Para cada tipo de dente, selecionaram cinco amostras, montando-as em base acrílica. Em seguida, seccionaram, coraram e analisaram os dentes através de fotografias tomadas com microscópio de transiluminação. Para cada secção, observaram os seguintes aspectos morfológicos: largura das cúspides vestibular e lingual, inclinação angular das cúspides funcionais e não funcionais, espessura média do esmalte e ângulo formado pela junção amelodentinária. Os resultados mostraram forte ligação entre a angulação das cúspides e a suscetibilidade à fratura, bem como a espessura do esmalte pareceu ter importante papel para dentes maiores como os molares. Os autores afirmam também que estas diferenças, sozinhas, parecem

não ser responsáveis pela fratura de cúspides, sendo o fator crítico o enfraquecimento prévio por cárie ou preparo cavitário.

Neste mesmo ano, HANSEN & ASMUSSEN, realizaram estudo retrospectivo com finalidade de aprofundar os conhecimentos em relação à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com resina composta. Todos os dentes observados neste estudo possuíam restaurações MO, OD ou MOD em resina composta sem proteção de cúspide. Após todas as avaliações, os autores observaram a técnica do condicionamento ácido como sendo melhor opção que o amálgama para restaurar dentes tratados endodonticamente, principalmente aqueles com cavidade do tipo MOD.

TROPE & TRONSTAD, em 1991, realizaram estudo para verificar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Utilizaram 64 pré-molares extraídos, que receberam preparos MOD, divididos em quatro grupos com quantidades iguais de elementos, restaurados com cimento de ionômero de vidro, base de ionômero e amálgama, base de ionômero e resina compostas e apenas compósito. Submeteram as amostras a testes de compressão em máquina Instron, e a análise dos resultados permitiu aos autores concluírem que cavidades preenchidas somente com resina composta apresentaram valore significativamente superiores, a as restaurações apenas com ionômero de vidro tiveram os piores resultados. Entre os outros grupos, não houve diferenças estatísticas.

Descrevendo trabalhos *in vitro* e *in vivo*, BURKE, em 1992, publicou extensa revisão de literatura a respeito de fraturas dentais. Citou em uma das conclusões que, mais importante que contatos excessivos, tratamento endodôntico e morfologia oclusal, o tipo de preparo, destacando a extensão e o desenho, seria o fator etiológico mais apontado pela maioria dos trabalhos estudados, predispondo o remanescente, em maior ou menor grau, à fratura. Para o aspecto material restaurador utilizado para restituir a resistência do dente preparado, o autor coloca que existe quase que um consenso em relação aos materiais adesivos, mostrando que sua utilização promove aumento na resistência à fratura de dentes enfraquecidos pelo preparo cavitário.

Em meados de 1992, EAKLE *et al.*, desenvolveram estudo para verificar se o amálgama adesivo aumentaria a resistência à fratura de dentes com preparos MOD. Selecionaram quatorze pares de pré-molares contra-laterais, e para cada par, restauraram um dos dentes com amálgama convencional e o outro com amálgama adesivo. Submeteram as amostras a termociclagem testando-as, então, mecanicamente até a fratura. Os autores puderam concluir que a técnica adesiva apresenta maior eficiência em reforçar o remanescente dental, sendo os resultados encontrados estatisticamente significantes.

COVEY *et al.*, em 1992, analisaram os efeitos da polimerização adicional com calor, em resinas compostas, na resistência à tração diametral. Os autores compararam amostras dos compósitos submetidos apenas a fotopolimerização com este procedimento seguido da polimerização adicional. Os

resultados permitiram concluir que o tratamento com calor proporcionou aumento substancial da resistência à tração diametral, e que resinas compostas específicas para restaurações indiretas não se mostraram superiores às resinas indicadas para restaurações diretas.

Ainda em 1992, FERRACANE & CONDON, também analisaram os efeitos do tratamento com calor após fotoativação de duas resinas compostas comercialmente disponíveis e quatro experimentais. Submeteram as amostras à polimerização adicional com calor por dez minutos e por três horas logo após a fotopolimerização. Após 24 horas, avaliaram a resistência à fratura, módulo de elasticidade, microdureza e grau de conversão. Os resultados mostraram que a polimerização adicional de curta ou longa duração a 120°C produz aumentos significativos do grau de conversão e das propriedades mecânicas dos compósitos utilizados para inlays, e que não houve diferenças entre as duas durações de tratamento com calor. Os autores também afirmaram que as melhoras das propriedades parecer ser, principalmente, resultado do aumento do grau de conversão.

No ano seguinte, SULIMAN *et al.* conduziram estudo para examinar o efeito do tamanho da cavidade, hidratação e tipo de compósito na movimentação das cúspides de cavidades MOD em pré-molares superiores. Utilizaram microscópio acoplado a um micrômetro para medir a deflexão das cúspides por quatorze dias após o início da polimerização. Houve diminuição da distância intercuspidal durante os primeiros minutos após inserção dos compósitos,

aumentando, após este período, em direção às dimensões originais. As cúspides de dentes com pequenas cavidades apresentaram menor deflecção que aquelas de cavidades mais amplas, e a recuperação desta contração mostrou-se completa ou praticamente completa apenas em dentes com preparos reduzidos. As amostras hidratadas recuperaram mais rápida e completamente que aquelas que permaneceram secas. Observaram também diferenças na deflexão das cúspides em função da composição do material, apresentando, a resina híbrida, menor contração que resinas macroparticuladas.

EL-MOWAFY, em 1993, realizou trabalho visando determinar o padrão e a resistência à fratura de dentes pré-molares superiores. Dividiu quarenta dentes em cinco grupos: o primeiro constituído por dentes íntegros, o segundo e terceiro grupos receberam preparo do tipo MOD restaurando um deles com amálgama, e os dois últimos receberam preparos MO e DO restaurando, também, apenas um dos grupos com amálgama. Submeteu os dentes a ensaios de resistência à fratura, e os resultados mostraram não haver diferenças entre os grupos em relação à resistência à fratura. No entanto, foi observado padrão de fratura mais severo para as restaurações do tipo MOD.

Ao final de 1993, BURKE *et al.* propuseram investigar o efeito da angulação das paredes do preparo para restaurações indiretas na resistência à fratura de pré-molares superiores extraídos. Para isso, selecionaram quarenta dentes, incluídos em cilindros de aço preenchidos com resina 2 mm aquém do limite amelo-cementário, e divididos em quatro grupos, sendo um controle,

constituído por dentes íntegros, e os demais variaram os ângulos das paredes da cavidade em 2°, 4° e 6°. Em todos os grupos restaurados, utilizaram base de ionômero de vidro e restauração em resina composta indireta, fixada com cimento resinoso dual. Conduzidos os testes de fratura, os resultados permitiram concluir que as amostras restauradas não puderam restituir a resistência à fratura original dos dentes quando comparadas com o grupo controle. Concluíram também que as angulações de expulsividade utilizadas nos preparos não alteraram a resistência de pré-molares restaurados.

Procurando avaliar a efetividade da adesão de restaurações em amálgama, SANTOS & MEIERS, em 1994, realizaram estudo comparando a resistência à fratura de dentes pré-molares com preparos do tipo MOD restaurados com e sem o emprego de sistema adesivo. Submeteram, também, as amostras ao envelhecimento por 7 e 67 dias, realizando, em seguida, termociclagem. Não houve diferenças significantes na resistência à fratura entre os dois tipos de restauração, bem como não houve interação entre os outros fatores estudados. A análise ao microscópio eletrônico de varredura dos espécimes termociclados não mostrou evidência da manutenção da adesão entre o adesivo 4-META e o amálgama, ressaltando a afirmação dos autores de que essa ligação é o elo fraco do sistema.

BOYER & ROTH, em 1994, avaliaram, através de ensaios mecânicos de compressão, o efeito da largura do istmo do preparo cavitário e da técnica restauradora, na resistência à fratura de molares com preparos MOD restaurados

com amálgama adesivo e resinas compostas de diversas marcas comerciais. Utilizaram um grupo controle constituído por dentes íntegros, e através da análise dos resultados, puderam observar que este grupo apresentou, significativamente, maiores valores de resistência em relação aos grupos restaurados. Entre estes, observaram que os resultados obtidos para o amálgama adesivo apresentaram-se inferiores ou similares às resinas compostas, dependendo das propriedades adesivas do material utilizado.

A resistência à fratura pode ser influenciada, segundo BURKE *et al.*, em 1994, pelo tamanho da cavidade, propriedades físicas do material restaurador e sistema de fixação utilizado. Pensando nisso, os autores propuseram avaliar o efeito da variação da técnica de fixação na resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta indireta. Selecionaram sessenta molares superiores, com dimensões semelhantes. Os dentes receberam preparos MOD com expulsividade de 4° e abertura de istmo de 1/2 e 1/3 da distância entre as faces vestibular e lingual. Aplicaram base de 0,5 mm de ionômero de vidro sobre a parede de fundo do preparo. Moldaram as amostras com silicona por adição, confeccionando, então, as inlays. Cimentaram as restaurações, submetendo as amostras ao carregamento axial de compressão com velocidade de 1 mm/min, até fratura da restauração. Os resultados revelaram grande variação no padrão de fratura entre dentes do mesmo grupo, e maior freqüência de fraturas severas. Mostraram também que não houve diferenças entre os preparos com 1/2 e 1/3 de abertura vestíbulo-lingual, e que dentes fixados com cimento a base de monômero

4-META alcançaram valores estatisticamente semelhantes aos dentes íntegros, com padrões de fratura menos traumáticos.

HERNANDEZ *et al.*, em 1994, mediram a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente, restaurados com resina composta associada ou não a sistemas adesivos e amálgama adesivo. Submeteram sessenta dentes ao tratamento endodôntico e preparo MOD ao nível da embocadura dos canais radiculares, dividindo-os, em seguida, em seis grupos com igual número de amostras, de acordo com a restauração que receberiam. Submeteram as amostras aos testes de fratura, e observaram melhores resultados para os grupos restaurados com novos sistemas adesivos, que, segundo os autores, apresentaram grande força de adesão, relacionada à habilidade destes materiais em produzir íntima retenção micromecânica e não à formação de macro-retenções no interior dos túbulos dentinários.

Em fevereiro de 1995, WATTS *et al.* realizaram estudo para avaliar o efeito da largura e profundidade do preparo na resistência a fratura de dentes restaurados com resina composta indireta. Selecionaram cinqüenta pré-molares superiores hígidos divididos em cinco grupos, com um deles, constituídos por dentes íntegros, funcionando como controle (grupo 1). Os outros grupos receberam preparos do tipo MOD com paredes expulsivas em 4° e caixas proximais 1 mm aquém do limite amelo-cementário, variando o istmo e a profundidade dos preparos, respectivamente, da seguinte maneira: 1/3 e 4 mm (grupo 2), ½ e 4 mm (grupo 3), 1/3 e 5 mm (grupo 4), e 1/3 e 5 mm (grupo 5).

Preparadas as amostras, realizaram moldagem e confeccionaram as restaurações com resina composta indireta, cimentando-as, então, com cimento resinoso dual. Conduziram os testes de fratura por compressão através de cilindro de 4 mm de diâmetro a uma velocidade de 1 mm/min. Os resultados dos ensaios mostraram que o grupo controle obteve os melhores valore de resistência, seguido pelo grupo 3. Os grupos 2 e 4 não diferiram estatisticamente apresentando valores significativamente inferiores ao grupo 3. Já o grupo 5 apresentou os menores valores de resistência à fratura.

Em 1995, CORADAZI *et al.* estudaram *in vitro* a resistência à fratura de pré-molares despolpados, restaurados com diferentes materiais, em relação à ciclagem térmica e ao tempo. Selecionaram 112 dentes extraídos, que receberam preparos MOD com remoção do teto da cavidade pulpar, divididos em quatro grupos de acordo com o tratamento: amálgama convencional, resina composta, amálgama adesivo e grupo sem restauração. Os resultados mostraram que os grupos restaurados adesivamente apresentaram os melhores resultados, com maior eficiência para o amálgama adesivo. As amostras sem restauração e restauradas com amálgama convencional não apresentaram diferenças estatísticas.

No mesmo ano, WASSEL *et al.* conduziram estudo clínico comparando o comportamento de restaurações de resina composta através de técnica direta e semidireta durante um período de três anos. Os autores avaliaram 71 pares de restaurações a cada seis meses, após a confecção das restaurações, seguindo

critérios USPHS e radiografias interproximais. A técnica semidireta apresentou desgaste significativamente menor que a técnica direta. Os compósitos confeccionados semidiretamente, no entanto, requisitam maior tempo clínico e não apresentaram redução da sensibilidade pós-operatória ou da taxa de insucesso, quando comparados com a técnica direta. Observaram também que a técnica semidireta não facilitou a definição dos contatos proximais e anatomia oclusal, estando estes fatores melhores proporcionados por técnicas indiretas.

OLIVEIRA *et al.*, em 1996, avaliaram o efeito do amálgama adesivo na resistência à fratura de pré-molares superiores restaurados com cinco sistemas adesivos. Utilizaram dentes íntegros e amálgama convencional como controle. Confeccionaram preparos MOD extensos e proporcionais ao tamanho do dente, restaurando, então, as amostras, submetendo-as em seguida, à termociclagem e a cinco compressões de 10 kg antes do carregamento axial até a fratura. Com os resultados, os autores concluíram que desenhos proporcionais das cavidades e o método de carregamento utilizado apresentam-se como metodologias de teste úteis nos ensaios de resistência à fratura. Observaram também que apenas dois sistemas adesivos testados tiveram resultados significativamente superiores ao grupo de amálgama convencional. Em relação aos padrões de fratura, observaram a maioria das falhas na interface dente/restauração, indicando necessidade de maiores desenvolvimentos nos sistemas de união.

No ano de 1996, CARON *et al.* compararam a resistência à fratura de dentes pré-molares humanos superiores preparados com cavidades MOD

convencionais, cavidades proximais tipo *slot* mesial e distal, cavidade oclusais e dentes íntegros (controle). Observaram também, o padrão de fratura de cada tipo de preparo. Submeteram as amostras a ensaios de compressão através de esfera de 5 mm de diâmetro com velocidade de 10 mm/min até fratura. O grupo de dentes íntegros apresentou significativamente os maiores valores de resistência à fratura quando comparado aos demais grupos, não havendo diferenças estatísticas entre estes. Quanto ao padrão de fratura, os autores concluíram que preparos MOD e oclusais tendem a aumentar a suscetibilidade a fraturas verticais enquanto que preparos estritamente proximais estão mais predispostos à fratura de cúspide.

Ao final de 1996, PARK comparou as mudanças no grau de conversão dos monômeros em polímeros de diversas marcas de resina composta submetidas à polimerização adicional por calor. Confeccionou vinte cilindros para cada compósito, fotopolimerizando, inicialmente, todas elas, e em seguida dez receberam polimerização adicional. Seccionaram os espécimes em quatro partes iguais e estas foram analisadas para determinar o grau de conversão. Todas as amostras apresentaram aumento significativo do grau de conversão quando submetidas ao calor, havendo variações entre os materiais.

No ano seguinte, em 1997, LEINFELDER publicou uma discussão de novos sistemas de resina indireta que apresentavam desenvolvimentos na quantidade de desgaste e performance clínica, buscando uma forma de substituir as restaurações em cerâmica. Ele também discutiu nova forma de

desenvolvimento das resinas compostas para dentes posteriores como substitutas ao amálgama. Ele afirma durante a revisão que uma das principais limitações das restaurações diretas em dentes posteriores é a dificuldade de obtenção de pontos de contato e a contração de polimerização. Ele avaliou em sua revisão dois novos sistemas de compósitos indiretos Artglass e BelleGlass HP comparado-os com sistemas diretos e porcelanas. O autor pôde concluir que dados clínicos e laboratoriais têm demonstrado a eficiência destes materiais em direção à substituição das restaurações em porcelana, o que permitiria seu uso como substituto para ligas metálicas. Ele afirma também que estes sistemas são muito recentes e não possui boa quantidade de avaliações na literatura, que é necessária para confirmar seu uso em substituição às porcelanas.

AUSIELLO *et al.*, em 1997, avaliaram a resistência à fratura de cúspides de pré-molares superiores, enfraquecidos por tratamento endodôntico e posteriormente restaurados com diversos materiais adesivos. Para este estudo, selecionaram 72 dentes extraídos que receberam tratamento endodôntico e preparo de cavidade do tipo MOD, exceto um grupo de dentes intactos que serviram como controle. Em seguida, restauraram as cavidades com várias combinações de resina composta e ionômero de vidro, amálgama e sistemas adesivos e compósitos com seus respectivos sistemas adesivos. Submeteram, então, os espécimes ao teste de compressão e os resultados mostraram os maiores valores de resistência para o grupo de dentes íntegros, e os menores para o grupo de dentes preparados e sem restauração. Os grupos restaurados

com adesivos dentinários em combinação com resinas compostas não apresentaram diferenças estatísticas com o grupo controle, enquanto que a técnica do amálgama-adesivo obteve o pior resultado entre os grupos restaurados.

Seguindo esta linha de pesquisa, SECCO *et al.*, em 1997, conduziram estudo *in vitro* para determinar a resistência e o tipo de fratura do esmalte suportado por ionômero de vidro convencional e modificado por resina e resina composta. Para isso, utilizaram 42 pré-molares extraídos por razões ortodônticas divididos em seis grupos com sete unidades cada. As amostras do grupo 1 permaneceram íntegras. Os grupos 2 ao 6 receberam preparos MO, removendo, em seguida, a dentina de suporte das cúspides, exceto para o grupo 2. Para os grupo 4 ao 6, preencheram as cúspides socavadas, respectivamente, com ionômero de vidro convencional, ionômero modificado por resina e compósito, restaurando todas elas, em seguida, com amálgama. Conduziram, então, os ensaios de resistência e análise dos padrões de fratura. Concluíram que os materiais restauradores utilizados para suportar esmalte modificaram positivamente o padrão de fratura em relação aquele sem suporte, diminuindo também o índice de fratura do esmalte oclusal, embora não influenciando estatisticamente o valor de resistência à fratura do dente como um todo.

Procurando a melhor forma de cimentar adesivamente restaurações indiretas em compósito, PACHECO, em 1997, realizou estudo com objetivo de avaliar a influência de vários tratamentos na superfície de um compósito indicado para restaurações indiretas, na união a um cimento resinoso. Os valores obtidos

nos testes de tração demonstraram que o condicionamento com ácido hidrofluorídrico proporciona baixa resistência adesiva, obtendo os melhores resultados com o jateamento com óxido de alumínio seguido da aplicação de agente de silanização.

OSBORNE-SMITH *et al.*, em 1998, fizeram trabalho para examinar o efeito de lesões cervicais não-cariosas na resistência à fratura de pré-molares superiores previamente restaurados. Utilizaram quarenta dentes, divididos em quatro grupos. Todos os grupos receberam preparo MOD e restaurações em amálgama. Os grupos de 1 a 3 receberam, também, preparo simulando lesão cervical não-cariosa, restaurando, então, os grupos 1 e 2, respectivamente, com cimento de ionômero de vidro modificado por resina e compósito, enquanto que o grupo 3 não recebeu restauração. Realizaram os teste de fratura e os resultados, analisados estatisticamente, permitiram aos autores concluir que a presença de lesões cervicais não-cariosas e padronizadas, com as dimensões usadas neste estudo, não reduziu a resistência à fratura dos dentes sob carregamento oclusal. Concluíram também que o tipo de restauração utilizado não aumentou a resistência do dente.

No ano de 1998, MONDELLI *et al.* avaliaram a resistência à fratura de pré-molares humanos superiores, restaurados com amálgama com e sem cobertura de cúspides, quando submetidos ao carregamento de compressão axial. Dividiram os dentes em três grupos: (A) dentes íntegros, (B) remoção do teto da câmara pulpar e preparo MOD, restaurado com amálgama e (C) com o mesmo

preparo do grupo B acrescido da redução de cúspides e também restaurado com amálgama. Armazenaram os dentes por 48 horas antes de os testarem em máquina universal de ensaios através de esfera de aço de 4 mm com velocidade de 0,5 mm/min até fraturarem. Os resultados mostraram que todos os grupos apresentaram diferença estatística entre si, e ficaram organizados, em ordem decrescente de resistência à fratura da seguinte maneira: grupo A, grupo C e grupo B. os autores também afirmaram que todas as fraturas do grupo C ocorreram em amálgama, preservando a integridade do remanescente.

Ainda no mesmo ano, DEVÓLIO publicou trabalho onde descreve o protocolo para confecção de restaurações em resina composta laboratorial Solidex (Shofu). Para construção da restauração, inicialmente delimita-se o término do troquel em gesso tipo IV com grafite vermelho, seguindo com o isolamento deste com fina camada de Super Bonder. Aplica-se, então, a resina em camadas de no máximo 1 mm e polimerizando por um minuto. Ao término da construção da restauração, realiza-se polimerização adicional por 3 minutos. Realiza-se o acabamento com borracha de silicone de granulação fina e polimento com disco de feltro e pasta diamantada, dando o brilho final com escova de lã. Terminado este processo remove-se a restauração, jateando o interior desta com óxido de alumínio.

No ano de 1999, STEELE & JOHNSON mediram, *in vitro*, a resistência à fratura de pré-molares superiores tratados endodonticamente, restaurados com amálgama, combinado ou não a sistemas adesivos, e resina composta. Dividiram

aleatoriamente, 56 dentes hígidos em sete grupos, com um deles composto de dentes íntegros, e atuou como controle. Realizaram acesso endodôntico em seis deles, permanecendo um grupo somente com esta abertura, e os demais receberam, além do acesso, preparo MOD conservador. Dos cinco grupos com preparos MOD, um permaneceu sem restauração, e restauraram os demais com amálgama convencional, amálgama adesivo e resina composta associada a dois diferentes sistemas adesivos. Incluíram as amostras em cilindros de resina acrílica autopolimerizável 1 mm aquém do limite amelo-cementário, realizando então os testes de fratura, em máquina universal de ensaios, através de esfera de aço com 8 mm de diâmetro e velocidade de 0,75 mm/min. Os resultados mostraram que não existiram diferenças entre os dentes intactos e aqueles apenas com acesso endodôntico, fato discutido pelos autores como sendo conseqüência da preservação das cristas marginais. Entre os demais grupos estudados, não encontraram diferenças estatísticas.

Em trabalho realizado em 1999, objetivando avaliar a influência de pinos intra-radiculares pré-fabricados na resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente, CARLINI empregou a reprodução artificial do ligamento periodontal. Iniciou o processo com o recobrimento da raiz com fina camada de cera nº 7, obtido através da imersão do dente em recipiente contendo cera plastificada, fixando então, após ajustes da espessura da cera, os dentes a um delineador, com objetivo de posicioná-los corretamente na inclusão em cilindro de PVC. Realizou a inversão do cilindro em mesa perfurada, preenchendo este

com resina de poliestireno. Após a polimerização, retirou os dentes dos cilindros com água aquecida, limpando, em seguida, com jatos de bicarbonato e água. Para fixação do dente e reprodução do ligamento periodontal empregou adesivo a base de Uretano, utilizado na fixação de vidros automotivos. O autor relata que a reprodução do ligamento periodontal torna o padrão de fratura mais semelhante ao que se verifica clinicamente.

MÜRRER desenvolveu trabalho, em 1999, avaliando a resistência à fratura de pré-molares em função da técnica restauradora adesiva e ciclagens térmicas. Para isso, utilizou oitenta dentes extraídos hígidos, divididos aleatoriamente em oito grupos. Os dentes dos grupos 1 e 2 permaneceram íntegros, e os grupos 3 ao 8 receberam preparo MOD sem caixas proximais, com assoalho plano, abertura do istmo de ¼ da distância intercuspidal e profundidade de ¾ da altura da coroa dental, não sendo os grupos 3 e 4 restaurados. Para os grupos 5 e 6 utilizou amálgama adesivo, e 7 e 8 resina composta. Submeteu as amostras dos grupos pares a termociclagem, realizando, em seguida, nichos oclusais para todos os dentes com finalidade de evitar o deslocamento da esfera durante os ensaios de compressão axial. Para o carregamento axial, utilizou esfera com 4,5 mm de diâmetro, a uma velocidade 0,5 mm/min. As médias das forças necessárias para fraturar as amostras de cada grupo foram, em kgf: G1=208,04(a), G2=200,9(a), G3=66,28(d), G4=67,90(d), G5=168,20(b), G6=118,44(c), G7=202,66(a) e G8=172,02(b). As letras diferentes indicam as diferenças estatísticas. Através dos resultados, o autor pôde concluir que preparos

cavitários enfraquecem o remanescente dental e que restaurações adesivas têm capacidade de recuperar a resistência à fratura, sendo as restaurações de resina composta superiores ao amálgama adesivo. Concluiu também que as ciclagens térmicas têm efeito deletério sobre restaurações adesivas, mas não influi sobre os tecidos dentais.

Estudando a resistência à fratura, FRAGA *et al.*, em 1999, avaliaram o efeito de restaurações de amálgama de prata e resina composta na resistência à compressão axial de dentes debilitados por acesso endodôntico e pela perda de paredes proximais. Para isso, utilizaram 24 molares divididos em três grupos, sendo um formado por dentes íntegros e os outros dois receberam preparos MOD e acesso endodôntico e restaurações em amálgama e resina composta. Realizaram os testes de compressão vertical com esfera de 3 mm e velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram diferenças estatísticas entre todos os grupos, apresentando, os dentes íntegros, a maior resistência e o amálgama a menor. Com isso, concluíram que nenhuma das técnicas restauradoras restabelece a resistência à compressão do dente íntegro e que, entre os materiais restauradores, as resinas compostas apresentaram melhores resultados.

Preocupados com o melhor tratamento de superfície da resina laboratorial no processo de fixação, JAIN *et al.* em 2000, propuseram um estudo para comparar a resistência ao cisalhamento de 4 cimentos resinosos aderidos a superfície de uma resina laboratorial, Concept (Ivoclar). Foram realizados quatro tratamentos de superfície no material restaurador: desgaste com lixa n.° 600,

jateamento com óxido de alumínio 50μm, aplicação de silano e o jateamento seguido da aplicação de silano. Os autores concluíram que o jateamento com óxido de alumínio seguida da aplicação de silano produzem os mais altos valores de adesão independente do cimento testado.

No início de 2000, McCABE *et al.* publicaram trabalho avaliando superfícies de contato e fadiga flexural de materiais restauradores. Neste estudo os autores se propuseram a estudar os efeitos de dois diferentes testes para causar fadiga nos materiais, envolvendo fadiga da superfície de contato e mecanismos de fadiga flexural. Utilizaram os materiais cimento de ionômero de vidro convencional, resina compostas modificada por poliácidos, ionômero de vidro modificado por resina e compósitos. Testaram estes materiais por superfície de contato e fadiga flexural. Os resultado mostraram os piores resultados de resistência à fadiga para o ionômero de vidro convencional sob esses regimes enquanto que o compósito apresentou os melhores resultados em limite de fadiga flexural. Encontrou-se limite flexural para o compósito Z100 significativamente maior que os demais materiais e a fadiga na superfície pareceu depender da força, da resistência e também do módulo de elasticidade. Baixos módulos suportam cargas compressivas abaixo da esfera de carga, desenvolvendo sub-superfícies de tensão de grande magnitude, sem causar a propagação rápida da fenda, a qual poderia ser manifestada como desgaste. Esses achados concordam com observações clínicas que sugerem a utilização de produtos de micropartículas, em áreas de carga oclusal, pois esses apresentam, muitas vezes,

resistência ao desgaste superior à resistência dos produtos híbridos, embora esses materiais pareçam sofrer mais fraturas catastróficas.

No ano de 2000, VAN DIJKEN apresentou o acompanhamento clínico de onze anos de restaurações diretas em resina composta, do tipo inlay e onlay. Durante esta avaliação, o autor comparou as restaurações diretas com restaurações indiretas, também em compósito, não observando diferenças significativas em relação à longevidade destas. Através de suas análises, pode concluir que resinas compostas diretas utilizadas em cavidades do tipo inlay e onlay apresentam boa durabilidade, excelente adaptação marginal e baixa freqüência de cáries secundárias. Concluiu também que a diferença entre as taxas insucesso entre resinas direta e indireta não foi grande, indicando que a utilização da técnica indireta, que é mais cara e demorada, não se justifica.

Preocupados com os efeitos do desgaste de estrutura dental sadia, YAMAN *et al.*, no ano de 2000, avaliaram os efeitos de retenções adicionais e diferentes materiais restauradores na resistência à fratura de restaurações de classe II proximais MO. Utilizaram noventa pré-molares superiores divididos em nove grupos, sendo quatro restaurados com amálgama adesivo, outros quatro com compósito e um com resina composta modificada por poliácidos. Um grupo de amálgama adesivo e dois de compósitos receberam retenções adicionais às cavidades. Realizaram os ensaios de resistência à fratura, em máquina para teste de materiais controlada por computador, com ponta ativa retangular aplicada sobre a crista marginal da restauração, variando o ângulo de aplicação em relação

ao longo eixo do dente em 0°, 13,5° e 30°. Através dos resultados, os autores concluíram que para aumentar a resistência em pequenas restaurações proximais está mais indicado o uso da resina composta, que obteve os melhores resultados do estudo, seguida pela resina modificada por poliácidos. Concluíram também que o uso do amálgama deve ser acompanhado de retenções adicionais e uso de adesivo para melhorar seu desempenho.

Para estudar o efeito de restaurações adesivas a não adesivas na resistência à fratura de pré-molares superiores, WORSCHECH, em 2000, dividiu trinta dentes, aleatoriamente, em seis grupos de cinco dentes cada, sendo o grupo 1 constituído de dentes íntegros e o grupo 2 de dentes preparados sem restauração. Incluiu os dentes em cilindros de resina poliestirênica, simulando o ligamento periodontal com material de moldagem a base de poliéter, Impregum F. Realizou preparos MO simulando esmalte socavado para os grupos 3 ao 6, restaurado-os, respectivamente, com Solitaire, Z250, amálgama convencional e amálgama aderido com Panavia. Submeteu as amostras ao carregamento axial de compressão, em máquina universal de ensaios, aplicado verticalmente através de uma esfera metálica de 4,7 mm de diâmetro, tocando as vertentes internas das cúspides, a uma velocidade de 0,5 mm/min. A análise estatística dos valores encontrados indicou que os piores resultados foram para o grupo preparado e sem restauração. A resina composta Solitaire apresentou valores superiores àquele grupo, diferindo, porém, dos demais, que foram estatisticamente semelhantes. Com isso, o autor pôde concluir que pré-molares restaurados com os materiais

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

citados, exceto com a resina Solitaire, apresentaram capacidade de resistir à fratura tanto quanto dentes íntegros.

Ainda em 2000, SOARES desenvolveu estudo para avaliar a adaptação marginal e a resistência à fratura de inlays confeccionados com sistemas restauradores indiretos estéticos. Selecionou, para este fim, sessenta molares inferiores incluídos em cilindro de resina de poliestireno com reprodução do ligamento periodontal. Os dentes receberam preparos MOD com 6° de expulsividade, em aparelho padronizador, e em seguida, realizou moldagem com silicona por adição, e após vazamento do modelo, confeccionou as restaurações. Promoveu a fixação das restaurações com cimento resinoso dual, sendo então as amostras avaliadas quanto à discrepância marginal. Após análise da adaptação das restaurações, submeteu os dentes a ensaios mecânicos de compressão em máquina Instron, através de esfera metálica de 4 mm de diâmetro a uma velocidade de 0,5 mm/min, até fratura completa da restauração. Os resultados permitiram ao autor concluir que inlays confeccionados em resina composta apresentaram valores significantemente superiores às restaurações em porcelana. Quanto a adaptação marginal, os compósitos também se apresentaram estatisticamente superiores.

Através de estudo de elemento finito em três dimensões LIN *et al.*, em 2001, simularam a biomecânica, em desenho multifatorial, de uma cavidade MOD em segundo pré-molar superior restaurado com liga de ouro. Relacionaram o nível de stress a fatores individuais do desenho, como profundidade, largura do istmo e

espessura interaxial, e suas interações sob força mastigatória concentrada na cúspide lingual com superfícies não aderidas entre cavidade e material restaurador. Os resultados mostraram que aumentando o volume da cavidade aumentava significativamente o stress no esmalte, mas não afetava intencionalmente o stress em dentina. Observaram também que para todos os três parâmetros, exceto para largura do istmo, o pico de stress aumentava à medida que aumentava o tamanho da cavidade. Com isso concluíram que o fator crítico na elevação do stress em esmalte é a profundidade, e para dentina a distância interaxial.

Em 2001, SCHATZ *et al.* observaram 305 dentes humanos anteriores e pré-molares, extraídos, em relação à sua resistência à fratura dinâmica. Levaram em consideração aspectos morfológicos, como classe anatômica e comprimento da raiz, e fatores pato-anatômicos, como trauma, abrasão oclusal e cervical, restaurações de amálgama e resina composta, e danos resultantes de impactos traumáticos prévios. Incluíram os dentes e submeteram estes ao teste de fratura em máquina de teste por impacto pendular. Os autores puderam, através dos resultados, concluir que os incisivos superiores têm menor resistência ao impacto, e que caninos superiores apresentam maior resistência. Os pré-molares ficaram na faixa intermediária de resistência ao impacto. Os autores também observaram que restaurações com compósito aumentam a resistência à fratura do dente enquanto que as restaurações de amálgama têm efeito de enfraquecimento.

Ao final de 2001, DIAS DE SOUZA *et al.* avaliaram a resistência à fratura de pré-molares superiores com cavidades MOD restaurados com amálgama, Scotchbond Multi Purpose Plus e amálgama, e Panavia F e amálgama. Após a confecção das restaurações, submeteram os espécimes ao teste de compressão, e analisaram estatisticamente os resultados encontrados. Os autores concluíram que dentes restaurados com a técnica do amálgama adesivo não tiveram sua resistência à fratura aumentada quando comparada com restaurações convencionais de amálgama, e afirmaram que esta técnica não deveria ser utilizada comumente como meio de prevenir a fratura dental.

MINTO *et al.*, avaliaram *in vitro*, no ano de 2002, a resistência à fratura de pré-molares superiores preparados com cavidades de classe II compostas (conservadoras e extensas) restauradas com amálgama aderido utilizando dois sistemas adesivos diferentes. Selecionaram setenta dentes divididos em 4 grupos: grupo 1 ou controle com dez dentes íntegros; grupo 2 com vinte dentes, sendo dez cavidades conservadoras e dez extensas restauradas com amálgama sem forramento. Os grupos 3 e 4 compuseram-se da mesma forma que o grupo 2, recebendo, o primeiro, forramento com cimento de ionômero de vidro modificado por resina e o segundo, adesivo dental, antes de serem restaurados. Após a confecção das restaurações e posterior termociclagem, submeteram as amostras à fratura através de teste de compressão axial em máquina universal de ensaios. Analisados estatisticamente os resultados, os autores puderam concluir que, quando comparadas com o grupo controle, as cavidades conservadoras

proporcionaram resistência à fratura maior do que as cavidades convencionais, e estas restauradas com amálgama, sem tratamento adesivo apresentaram severa redução de sua resistência. Observaram também melhores resultados de resistência à fratura com a utilização do amálgama aderido apenas para cavidades convencionais, com melhores resultados para o sistema adesivo seguido do cimento de ionômero de vidro resinoso.

3. PROPOSIÇÃO

Este trabalho teve o propósito de analisar *in vitro* a resistência à fratura de pré-molares superiores com preparos cavitários extensos de classe II, do tipo MOD, submetidos à aplicação de carregamento axial de compressão, restaurados com resina composta pela técnica direta e indireta e amálgama convencional, em comparação a dentes íntegros e com preparos sem restauração.

4. METODOLOGIA

4.1. MATERIAIS

Para realização desta pesquisa, utilizou-se sistema adesivo hidrófilo, resina composta micro-híbrida, amálgama e cimento resinoso dual. As marcas comerciais, suas características e os respectivos fabricantes encontram-se relacionados no quadro 1.

Quadro 1. Marcas comerciais, características e fabricantes dos materiais restauradores utilizados.

MARCA COMERCIAL	CARACTERÍSTICAS	FABRICANTE
Filtek Z250	Compósito micro-híbrido	3M / USA St. Paul, MN
Permite C	Liga de amálgama com alto conteúdo de cobre e fase dispersa	SDI, São Paulo, Brasil
Single Bond	Sistema adesivo de frasco único	3M / USA St. Paul, MN
Rely-X ARC	Cimento resinoso dual	3M / USA St. Paul, MN

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Delineamento experimental

O fator em estudo foi a resistência à fratura de pré-molares em cinco níveis, sendo três de tratamento e dois de controle. As unidades experimentais foram dentes pré-molares restaurados com resina composta pela técnica direta, resina composta pela técnica indireta, amálgama de prata convencional, dentes íntegros e dentes preparados e não restaurados. A amostragem totalizou cinqüenta unidades experimentais divididas em cinco grupos com dez repetições cada, sendo a variável de resposta a resistência à fratura.

4.2.2. Seleção, limpeza e armazenamento dos dentes

Selecionou-se cinqüenta pré-molares superiores humanos hígidos, recém extraídos com finalidade ortodôntica, com dimensões semelhantes, coletados nas clínicas de Cirurgia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, armazenando-os em formol a 4% em pH 7. Terminada a coleta, limpou-se os dentes com curetas periodontais, armazenando-os, em seguida, em frascos com solução salina a 0,9%. Posteriormente, numerou-se as amostras para obtenção de suas dimensões. A seleção dos dentes que fariam parte do estudo se deu pelo cálculo da área da superfície oclusal (distância VL X distância MD), selecionando apenas aqueles com áreas semelhantes, variando até 2,5% em relação à media dos valores encontrados.

4.2.3. Obtenção das dimensões dos dentes

Para obtenção das medidas dos dentes, utilizou-se paquímetro digital (Mitutoyo), demarcando inicialmente a junção amelo-cementária, e em seguida confeccionando uma marca 2 mm abaixo desse limite, outra 2 mm acima do ápice radicular e uma terceira na metade da distância entre estas marcas, em todas as faces radiculares (figura 1). Obtiveram-se então as dimensões referentes ao comprimento total do dente (CT), comprimento cérvico-oclusal (CO), diâmetros vestíbulo-lingual (VL) e mésio-distal (MD) da coroa, distância entre as pontas das cúspides (DC), comprimento da raiz (CR) e dimensões da raiz nos três pontos demarcados no sentido VL (C1, M1 e A1) e MD (C2, M2 E A2).

A obtenção destas medidas permitiu a padronização do método de inclusão dos dentes e dos preparos, baseado nas medidas específicas de cada dente.

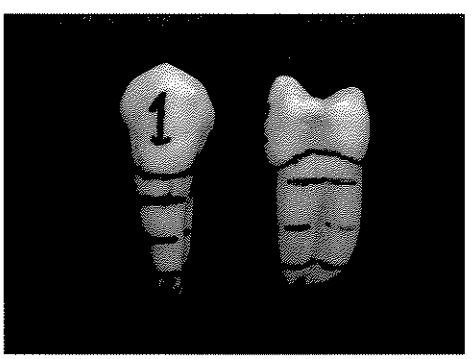


Figura 1. Numeração e confecção das demarcações nas raízes dos dentes.

4.2.4. Inclusão, fixação e obtenção do ligamento periodontal dos dentes

Realizou-se esta etapa da metodologia para reproduzir as movimentações do elemento dental dentro do alvéolo através da simulação de ligamento periodontal artificial (CARLINI, 1999).

4.2.4.1. Cobertura das raízes com cera

Executou-se o alívio necessário em torno de toda raiz das amostras, para confecção do ligamento periodontal artificial, com cera rosa 7 (Wilson – Polidental Ind. Com.) aquecida a 70°C em banho-maria em termoplastificadora de godiva (Righetto & Cia). Para este procedimento, fixou-se o dente, com cera utilidade, à parte ativa de um fórceps nº 69 ao nível do limite amelo-cementário, imergindo este com rápido movimento no recipiente com a cera plastificada, e em seguida introduzindo-o em recipiente com água fria para solidificação da cera.

Após cobertura com cera, mediu-se novamente as raízes com paquímetro digital, ajustando a espessura desta entre 0,2 e 0,3 mm (COOLIDGE, 1937). Para os dentes que não atingiam este padrão, removia-se a cera, repetindo o processo.

4.2.4.2. Inclusão dos dentes

Fixou-se o dente, através da coroa com cera pegajosa, à haste de um delineador protético, com a mesa móvel deste posicionada perpendicularmente ao longo eixo do dente. Sobre esta se colocou um cilindro de PVC e por cima deste uma película radiográfica (4x4 cm) com perfuração central de 9 mm, obtida com

perfurador de couro nº 9. Baixada a haste do delineador até que a demarcação de 2 mm aquém do limite amelo-cementário ficasse ao nível da película, fixou-se o dente a esta com cera pegajosa. Removido este conjunto do delineador e colocado com a coroa voltada para cima em placa perfurada, realizou-se o vedamento, com cera rosa 7, da parte não preenchida da perfuração. Em seguida, inverteu-se o conjunto posicionando e fixando com cera cilindro de PVC de ½ polegada de 25 mm de altura com a raiz do dente centralizada no interior deste.

Executou-se o preenchimento dos cilindros com resina poliestirênica autopolimerizável, manipulada na proporção de 100g de resina para cada 20g de catalisador lento, e vertida no interior dos cilindros de PVC. Utilizou-se o catalisador lento para diminuir o aquecimento durante a polimerização, evitando interferências na reprodução do ligamento periodontal devido ao derretimento e/ou impregnação da cobertura de cera das raízes nos cilindros de resina de poliestireno obtidos. Decorridas duas horas da inclusão, retiraram-se os conjuntos da placa perfurada, removendo então os excessos.

4.2.4.3. Fixação dos dentes e obtenção do ligamento periodontal artificial

Após remover os dentes dos cilindros realizou-se a limpeza destes com curetas periodontais e água aquecida. Em seguida, limpou-se o interior alvéolos artificiais criados com cureta, água aquecida, e jateamento com bicarbonato de sódio para remoção de resíduos de cera.

Para fixação dos dentes e simulação do ligamento periodontal utilizou-se o material de moldagem à base de poliéter, Impregum F (3M-ESPE), aplicando,

inicialmente, o adesivo que acompanha o material ao interior do alvéolo e à superfície radicular. Inseriu-se então o material de moldagem, manipulado de acordo com instruções do fabricante, ao interior do cilindro e sobre a raiz, introduzindo, em seguida, o dente no interior do alvéolo, com pressão digital, até que a demarcação de 2 mm aquém do limite amelo-cementário coincidisse com a superfície do cilindro. Após a presa do material, removeu-se os excessos (figura 2), armazenando as amostras, posteriormente, em umidade relativa confecção dos preparos cavitários.

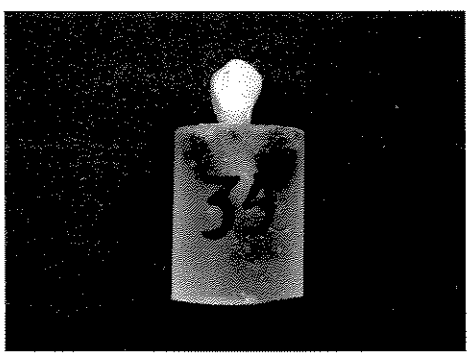


Figura 2. Amostra após inclusão, fixação e obtenção do ligamento periodontal artificial.

4.2.5. Divisão dos grupos experimentais

Terminado o processo de inclusão e obtenção do ligamento periodontal, dividiu-se as amostras em cinco grupos de dez elementos, sorteando, em seguida, o tratamento para cada um dos grupos. O grupo 1 não recebeu preparo cavitário (controle positivo), o grupo 2 recebeu preparo cavitário sem restauração (controle

negativo), e os dentes dos grupos 3 ao 5 receberam preparo cavitário e restaurações conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1. Divisão dos grupos experimentais e seus respectivos tratamentos.

GRUPO	TRATAMENTO
1	Dentes íntegros
2	Dentes preparados sem restauração
3	Restauração direta em resina composta
4	Restauração indireta em resina composta
5	Amálgama

4.2.6. Confecção de matriz individual

Para os dentes dos grupos 3 ao 5 confeccionou-se matrizes individuais que serviram como auxiliares para reprodução da anatomia oclusal das restaurações. Posicionaram-se placas de acetato de celulose em plastificadora, Plastivac P7 (Bio-Art), aquecendo-as até a formação de uma "bolha" com aproximadamente 1,5 cm de altura (figura 3A), pressionando, então, a parte superior da máquina, acionando o vácuo para comprimir a película sobre as amostras (figura 3B). Aguardado o resfriamento destas placas de acetato, recortou-se as matrizes numerando-as de acordo com a numeração das amostras (figura 3C).

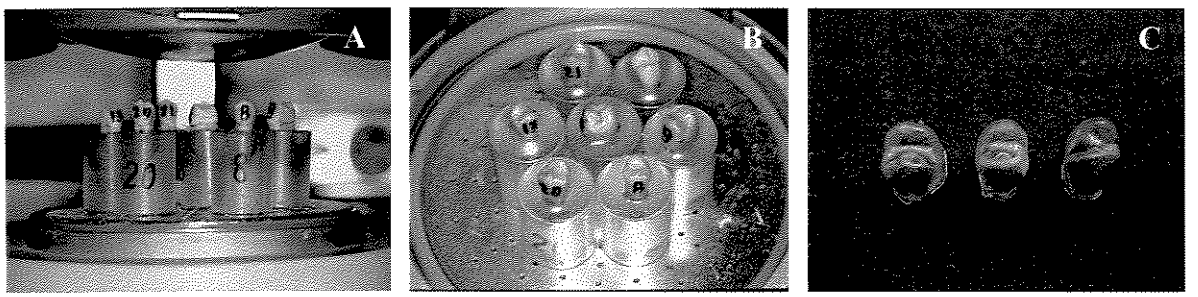


Figura 3. Amostras posicionadas em máquina plastificadora (**A**). Aspecto após a formação do vácuo e moldagem dos dentes (**B**). Matrizes de acetato recortadas e numeradas (**C**).

4.2.7. Realização dos preparos cavitários

Os dentes dos grupos 2 ao 5 receberam cavidades do tipo MOD com caixas proximais e paredes expulsivas. Realizou-se todo o preparo com ponta diamantada tronco-cônica de nº 4137 (KG Sorensen), que possui espessura de aproximadamente dois milímetros na região da extremidade ativa, posicionada perpendicularmente ao longo eixo do dente. Para cada cinco preparos utilizou-se uma ponta diamantada, totalizando oito pontas.

Confeccionaram-se as cavidades com aparelho padronizador de preparos. Esse equipamento, adaptado a partir de um microscópio óptico, possui três micrômetros digitais (Mitutoyo), sendo dois acoplados à mesa de coordenadas, que controlam as dimensões x/y, e outro ao sistema de sustentação da turbina de alta rotação, que determina a profundidade de desgaste e inclinação do instrumento rotatório (figura 4A).

A abertura da caixa oclusal ficou determinada em metade da distância entre as pontas das cúspides e a profundidade determinada em 2,0 mm a partir do fundo do sulco central. As caixas proximais tiveram abertura vestíbulo-lingual estabelecida em metade da distância entre as faces vestibular e lingual, com a parede gengival localizada, aproximadamente, 0,5 mm aquém do limite amelo-cementário, e desgaste de 2,0 mm em direção ao centro do dente (figura 4B), estabelecido pela espessura da ponta diamantada. A conformação da ponta também estabeleceu arredondamento linhas internas e expulsividade de 6° para as paredes circundantes do preparo (figura 4C).

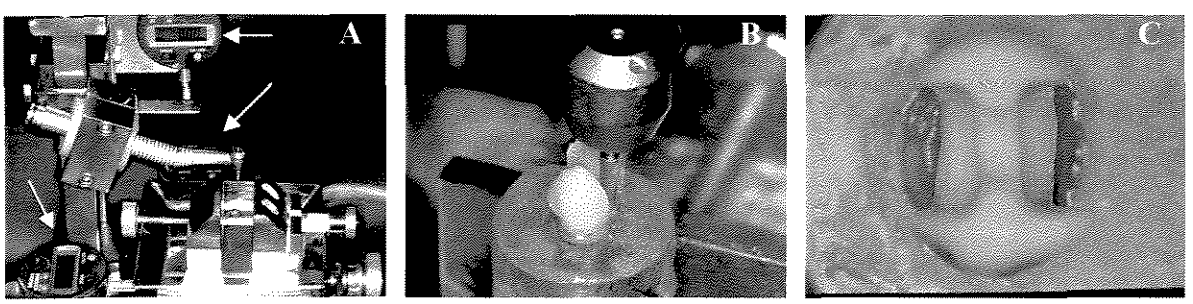


Figura 4. Aparelho padronizador de preparos, com as setas indicando os micrômetros digitais (**A**). Confecção do preparo cavitário (**B**). Dente após preparo (**C**).

4.2.8. Procedimentos restauradores

As restaurações dos grupos 3 ao 5 seguiram as seqüências descritas a seguir.

GRUPO 3: Restauração direta - Z250

Inicialmente, adaptou-se ao preparo uma matriz de poliéster (TDV) para facilitar o condicionamento ácido e adaptação da resina composta nas caixas proximais (figura 5A). Condicionado o preparo cavitário com ácido fosfórico a 35% (3M-ESPE), aplicado por quinze segundos em esmalte e dentina, lavou-se a cavidade com jato de água por quinze segundos, removendo o excesso de água com papel absorvente. Seguiu-se com a aplicação do adesivo ao interior do preparo, aguardando vinte segundos, aplicando leve jato de ar para remoção do solvente, reaplicando o adesivo, novo jato de ar e fotopolimerização por dez segundos em unidade fotoativadora Optlight 600 (Gnatus), que teve sua intensidade de luz verificada periodicamente através de radiômetro. Em seguida, inseriu-se a resina composta de cor A3 em incrementos de 2 mm, fotoativando cada incremento por vinte segundos. Para o incremento final, removeu-se a matriz de poliéster, adaptando a resina composta com a matriz de acetato confeccionada previamente (figura 5B), buscando restabelecer, o mais próximo possível, a morfologia original do dente. Com a matriz em posição, realizou-se a fotoativação do incremento final por vinte segundos, e após remoção desta, polimerizou-se adicionalmente todas as faces da restauração por quarenta segundos.

Ao final da confecção das restaurações, executou-se acabamento com pontas diamantadas de granulação fina e ultrafina (2135F e 2135FF - KG Sorensen), e o polimento com pasta diamantada e discos de feltro (figura 5C).

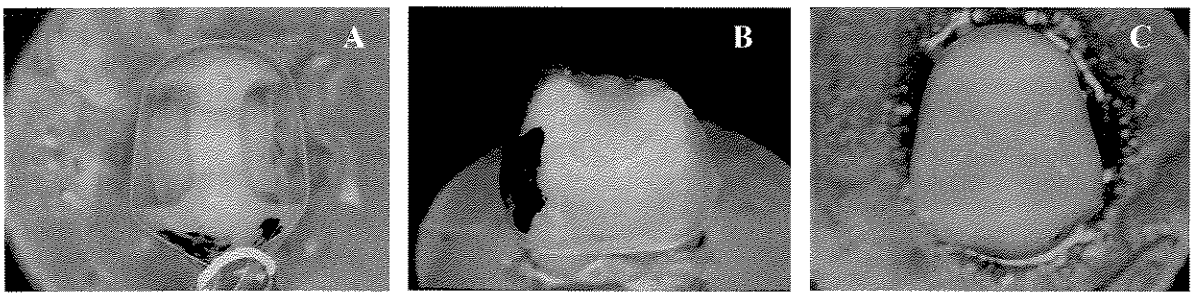


Figura 5. Matriz de poliéster posicionada no dente (**A**). Adaptação do último incremento com matriz de acetato (**B**). Restauração direta em resina composta concluída (**C**).

GRUPO 4: Restauração indireta - Z250

O procedimento restaurador deste grupo iniciou-se com a moldagem dos preparos, empregando um plug de PVC de ½ polegada como moldeira, com silicona por adição, Splash (Discus Dental), em moldagem de fase única (figura 6A). Inseriu-se o material pesado na moldeira com espaço interno para a aplicação do material leve. Seguiu-se injetando a silicona leve no preparo e no interior do alívio feito na silicona pesada, pressionando o plug levemente sobre a amostra e estabilizando-o por seis minutos. O molde permaneceu em repouso por trinta minutos para posterior vazamento.

Para confecção do modelo, utilizou-se gesso pedra especial tipo IV, Troquel Quatro (Polidental), pesado em uma balança analítica e proporcionado na razão de cinqüenta gramas para dez mililitros de água destilada, e em seguida manipulado por trinta segundos. Executou-se o vazamento do molde, sob vibração leve e constante, utilizando pincel nº 2 (Tigre) para inserção do gesso na região do preparo. Preencheram-se as demais áreas com espátula. Aguardadas duas horas para cristalização final do gesso, removeram-se os modelos do interior dos

moldes, recortando os excessos e identificando-os de acordo com a numeração das amostras.

Iniciou-se a confecção das restaurações demarcando o ângulo cavosuperficial, isolando, em seguida, o modelo, com a aplicação de duas camadas de adesivo a base de éster de cianoacrilato, SuperBonder, da Loctite (DEVÓLIO, 1998). Utilizou-se resina composta de cor C2 inserida em incrementos de 2 mm fotoativados por vinte segundos. Inseriu-se a última camada, adaptando esta com a matriz de acetato previamente obtida, fotopolimerizando por vinte segundos, removendo-se então a matriz, fazendo nova fotoativação por vinte segundos. Ao final da inserção da resina, as restaurações receberam polimerização adicional em forno de luz e calor, EDG Lux (EDG) por 10 minutos. Realizou-se a seqüência de acabamento com borrachas abrasivas e de silicone, e o polimento com discos de feltro e de algodão em conjunto com pasta diamantada. Terminado o processo de confecção da restauração, removeu-se esta do troquel, jateando sua superfície interna com óxido de alumínio de 50 μm por 10 segundos (PACHECO, 1997; JAIN, 2000).

Efetuou-se a fixação das restaurações ao preparo utilizando cimento resinoso dual. Utilizou-se, também, matriz de poliéster para condicionamento do preparo com ácido fosfórico a 35%, aplicado por quinze segundos em esmalte e dentina e lavado com jato de água por quinze segundos. Retirada a matriz e removido o excesso de água com papel absorvente, aplicou-se o adesivo ao interior do preparo, aguardando vinte segundos, aplicando leve jato de ar para remoção do solvente, reaplicando o adesivo, novo jato de ar e fotoativando por

dez segundos. Terminado o tratamento da superfície dentária, lavou-se a restauração previamente jateada com jato de ar-água por 10 segundos, aplicando em seguida duas camadas consecutivas de silano, secando por cinco segundos (figura 6B). Manipulado o cimento resinoso por 10 segundos, seguindo as recomendações do fabricante, aplicou-se este à superfície interna da restauração, inserindo esta ao preparo sob pressão digital, removendo os excessos e fotopolimerizando por 40 segundos em todas as faces da restauração. Ao final, para acabamento e polimento das margens, utilizou-se discos de óxido de alumínio, Sof-Lex (3M-ESPE) em granulações decrescentes (figura 6C).

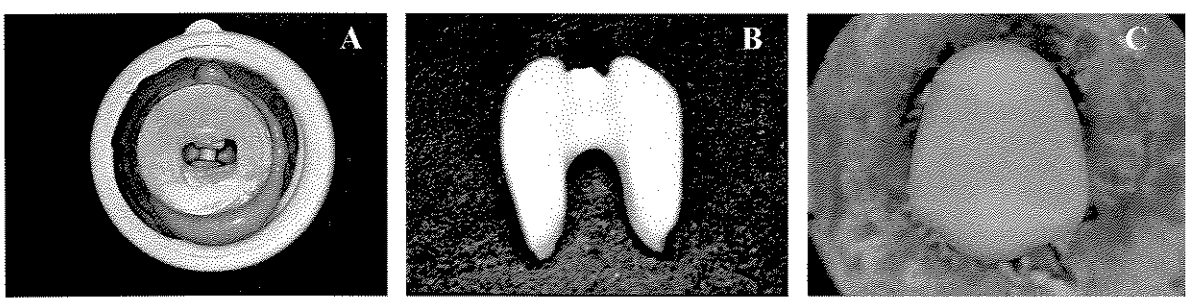


Figura 6. Moldagem do preparo (**A**). Restauração indireta confeccionada e silanizada (**B**). Restauração indireta cimentada (**C**).

GRUPO 5: Amálgama – Permite C

Os dentes deste grupo receberam restaurações com o amálgama Permite C em cápsulas. Posicionou-se adequadamente matriz metálica de 7 mm (figura 7A) adaptada em porta-matriz do tipo Toflemire (Duflex - SS White). Triturado o amálgama, em aparelho amalgamador para ligas em cápsulas, Softly (Gnatus), por 8 segundos, seguiu-se inserindo este no interior do preparo,

condensando, brunindo e esculpindo. Durante a escultura, verificou-se a anatomia através da matriz de acetato individualizada (figura 7B). Terminada a escultura, realizou-se o brunimento da restauração. Após 24 horas de armazenamento em umidade relativa a 37°C, as restaurações receberam acabamento com brocas multilaminadas (12 lâminas) e polimento com borrachas de silicone (Viking) de granulação decrescente (figura 7C).

Figura 7. Amostra com matriz metálica posicionada (**A**). Avaliação da escultura através de matriz de acetato (**B**). Restauração em amálgama finalizada (**C**).

Terminadas todas as restaurações, confeccionou-se nichos, com ponta diamantada em forma de chama de nº 3168 (KG Sorensen), na região central da face oclusal sobre as vertentes internas das cúspides, para evitar o deslocamento da esfera durante os ensaios mecânicos de compressão. Em seguida, armazenou-se os corpos-de-prova em estufa, em umidade relativa, a 37°C, por 48 horas antes da execução dos testes de resistência à fratura.

4.2.9. Ensaio mecânico de compressão

Para os testes mecânicos de resistência à fratura utilizou-se máquina de ensaios universal (Instron 4411). Nesta fase, inseriu-se o corpo-de-prova em suporte metálico que teve como finalidade estabilizar e reforçar o cilindro de resina poliestirênica, evitando seu rompimento antes da fratura dental. Com o conjunto posicionado na máquina de ensaios e a ponta ativa desta, com esfera de 5 mm de diâmetro adaptada, ajustada ao centro da superfície oclusal do espécime (figura 8A), tocando estrutura dental sobre os nichos previamente confeccionados. Aplicou-se carregamento axial de compressão com velocidade de 0,5 mm/min até fratura da restauração e/ou dente (figura 8B), registrando os valores obtidos em quilograma-força (kgf).

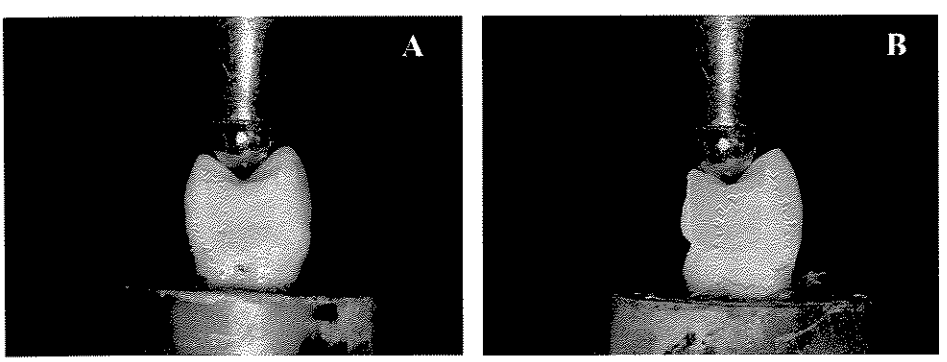


Figura 8. Amostra com esfera posicionada tocando as vertentes internas das cúspides, anteriormente à aplicação das forças compressivas (**A**). Dente após fratura (**B**).

5. RESULTADOS

Para análise dos resultados, obteve-se inicialmente as médias e desvio padrão (tabela 2) dos carregamentos requeridos para fratura dos dentes dos diferentes grupos (anexo 2). Em uma primeira análise, pode-se observar que os dentes íntegros obtiveram as maiores médias dos teste, enquanto que os dentes preparados e sem restauração obtiveram as menores.

Tabela 2. Valores médios de carregamento oclusal, em kgf, necessários para fraturar as amostras de cada grupo.

GRUPOS	MÉDIAS	DP
Íntegro	176,13	52,86
Preparo	22,41	10,51
Restauração Direta	103,72	19,02
Restauração Indireta	117,62	32,92
Amálgama	63,95	20,28

Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA) para um fator, dos dados obtidos (tabela 3), para detectar a existência de diferenças entre todos os grupos (anexo 3).

Tabela 3. Resultados da Análise de Variância para os grupos em estudo.

	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	133867,175	33466,794	35,146*
Resíduo	45	42849,284	952,206	
Total	49	176716,459		

*p<0,05

A análise de variância possibilitou verificar que existiam diferenças entre os grupos estudados. Sendo assim, seguiu-se com a comparação das médias através do teste de Tukey (anexo 3), ao nível de significância de 5% (α=0,05), o qual tornou possível realizar a comparação individual grupos estudados (tabela 4).

Tabela 4. Resultados do teste de Tukey para os valores de resistência à fratura obtidos.

Tratamento	Média ± DP (kgf)	Teste de Tukey			
Íntegro	176,13±52,56	A			
Restauração Indireta	117,62±32,92		B		
Restauração Direta	103,72±19,02		B		
Amálgama	63,95±20,28			C	
Preparo	22,41±10,51				D

Letras diferentes indicam diferença estatística entre os grupos (p<0,05).

É possível, através da tabela 4, observar que o grupo "Íntegro" apresentou resistência média estatisticamente superior em relação aos grupos "Restauração Direta", "Restauração Indireta", "Amálgama" e "Preparo" (p>0,05). Entre os grupos "Restauração Direta" e "Restauração Indireta" não foram observadas diferenças estatísticas de resistência à fratura, e estes grupos tiveram comportamento estatisticamente superior aos grupos "Amálgama" e "Preparo". O grupo "Amálgama" teve maiores médias apenas em relação ao grupo "Preparo" sendo este estatisticamente inferior a todos os grupos (figura 9)

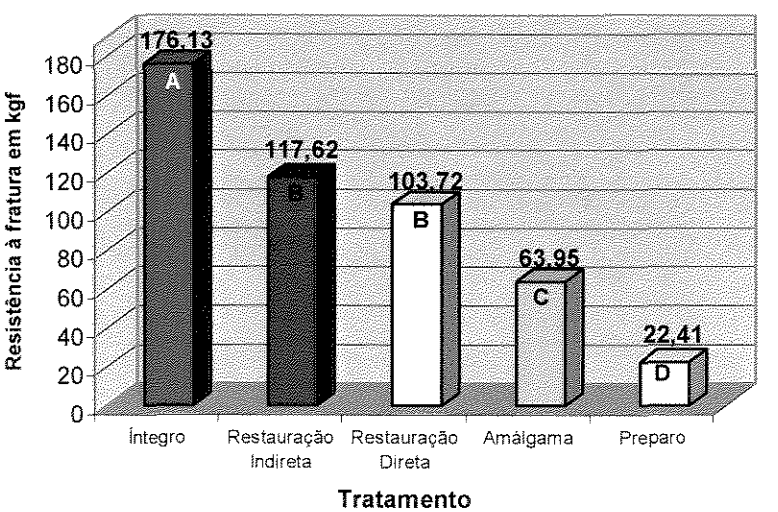


Figura 9. Gráfico ilustrativo das médias de resistência à fratura dos grupos experimentais, com letras diferentes indicando resultados estatisticamente significantes.

6. DISCUSSÃO

A busca por restaurações estéticas, aliada ao desenvolvimento das resinas compostas vem proporcionando crescimento do uso deste material em substituição a restaurações metálicas, principalmente o amálgama (LEINFELDER, 1997). Por este motivo, utilizou-se neste estudo resina composta através de técnica direta e indireta em comparação com amálgama.

A confecção do ligamento periodontal artificial busca reproduzir as movimentações do dente dentro do alvéolo (COOLIDGE, 1937), influenciando não somente o valor numérico de resistência, mas principalmente a similaridade dos padrões de fratura, obtida nos testes laboratoriais, com aqueles observados clinicamente (SOARES, 2000). A metodologia utilizada neste estudo seguiu aquela utilizada no trabalho de CARLINI em 1999, com variação do material de moldagem empregado (WORSCHECH, 2000).

Os testes laboratoriais, devido a sua característica estática e pelo fato de utilizarem forças muitas vezes fora do limite fisiológico (SECCO *et al.*, 1997), ainda não possibilitaram a reprodução da extrema complexidade das condições de fadiga que se expõem restaurações no interior da cavidade bucal, dificultando a transferência exata dos resultados obtidos para a situação clínica (EAKLE, 1986b; STAMPALIA *et* al., 1986; EAKLE *et al.*, 1992; SOARES, 2000), mas através da padronização das amostras, preparos e técnica restauradora, e também da

obtenção do ligamento periodontal artificial, pôde-se contornar em parte este problema, possibilitando, de certa forma, prever o comportamento das restaurações na cavidade bucal, evitando complicações de maior grau.

O modelo de preparo cavitário utilizado neste trabalho apresentou as mesmas características para todos os grupos, visando promover grande enfraquecimento do remanescente dental, o que possibilitou a verificação da eficácia dos materiais restauradores em aumentar a resistência à fratura dos dentes preparados. Para isso optou-se pela cavidade do tipo MOD com caixas proximais ao nível amelo-cementário, que proporcionou remoção de grande quantidade de tecido dental bem como promoveu o alongamento das cúspides e diminuição da dentina interaxial, fatores que enfraquecem o elemento dental, diminuindo sua resistência (VALE, 1959; MONDELLI *et al.*, 1980; BLASER *et* al., 1983, JAGADISH & YOGESH, 1990; KHERA *et al.*, 1990; CARON *et* al., 1996; MONDELI *et* al., 1998; LIN *et al.*, 2001).

A metodologia adotada utilizou durante os ensaios mecânicos de compressão axial, esfera com 5,0 mm de diâmetro, tocando, inicialmente, apenas as vertentes das cúspides, sem tocar a restauração. À medida que a carga de compressão aumentava, ocorria a deflexão das cúspides, permitindo que a esfera chegasse a tocar a restauração pouco antes da ocorrência da fratura, testando, mesmo que indiretamente e em menor grau, características dos materiais restauradores (WORSCHECH, 2000), como resiliência e módulo de elasticidade.

O grupo de dentes íntegros apresentou os maiores valores de resistência à fratura (176,13±52,86 kgf), demonstrando que nenhum dos materiais

restauradores devolveu ou mesmo aumentou a resistência original das amostras. Estes resultados concordam com outros trabalhos (STAMPALIA *et al.*, 1986; JOYNT *et al.*, 1987; REEL & MITCHELL, 1989; BURKE *et al.*, 1993; WATTS *et al.*, 1995; SECCO *et al.*, 1997; MONDELLI *et al.*, 1998; STEELE & JOHNSON, 1999) nos quais compararam a resistência à fratura entre dentes íntegros e dentes restaurados com amálgama ou resina composta.

Observando o grupo com preparos sem restauração, pôde-se notar grande diminuição da resistência do remanescente, quando comparados com dentes hígidos ou restaurados, demonstrando que o preparo utilizado realmente promoveu grande enfraquecimento dos dentes devido à redução das propriedades físicas das cúspides (VALE, 1959; SECCO *et al.*, 1997), obtendo, significativamente, os piores valores nos ensaios mecânicos de compressão (22,41±10,51 kgf). Diversos autores já haviam constatado que cavidades amplas, sem restaurações, reduzem significativamente a resistência do remanescente (MONDELLI *et al.*, 1980; BLASER *et* al., 1983; EAKLE, 1986a; JOYNT *et* al., 1987; EL-SHERIF *et* al., 1988; LIBERMAN *et al.*, 1990; JAGADISH & YOGESH, 1990; BOYER & ROTH, 1994; AUSIELLO *et al.*, 1997; MÜRRER, 1999; WORSCHECH, 2000).

Analisando os grupos restaurados, pode-se constatar que todos os materiais promoveram recuperação mecânica do remanescente, mostrando resultados estatisticamente melhores que o grupo apenas com preparos, fato este já verificado na literatura, em maior ou menor grau (EAKLE, 1985a; EAKLE,

1986a; GELB *et al.*, 1986; JOYNT *et al.*, 1987; LIBERMAN *et al.*, 1990; JAGADISH & YOGESH, 1990; EAKLE *et al.*, 1992; AUSIELLO *et al.*, 1997; MÜRRER, 1999; WORSCHECH, 2000).

A resistência à fratura dos dentes restaurados com amálgama (63,95±20,28 kgf) foi significativamente inferior aos valores obtidos para os grupos de restaurações diretas (103,72±19,02 kgf) e indiretas (117,72±32,92 kgf) em resina composta, o que demonstra direta correlação entre o tipo de material restaurador e a resistência à fratura. Entre os grupos com restaurações adesivas não houve diferença estatística.

Apesar da falta de adesividade do amálgama à estrutura dental, este material alcançou valores de resistência a fraturas superiores ao grupo de dentes preparados e não restaurados. Pode-se explicar estes valores pelo fato da esfera, em certo momento, tocar o material restaurador, e este, apesar de rígido, possui alto módulo de elasticidade e boa resiliência (STANFORD *et al.*, 1960; WORSCHECH, 2000), podendo sofrer deformação plástica, e conseqüentemente absorver parte da força compressiva até ocorrência de fratura do elemento dental ou restauração. Em quase todas as amostras observou-se fratura da cúspide lingual sem fratura da restauração, ressaltando a falta de adesividade do amálgama à estrutura dental (JAGADISH & YOGESH, 1990; SANTOS & MEIERS, 1994; OLIVEIRA *et al.*, 1996; MINTO *et al.*, 2002). A falta deste elo de união também proporciona a distribuição das tensões diretamente ao remanescente, provocando fadiga da estrutura dental, aumentando a suscetibilidade à fratura.

A capacidade de aumento da resistência à fratura, perdida pelo dente durante o preparo cavitário, está relacionada também com a capacidade de união do material restaurador ao remanescente dental e conseqüente participação na distribuição das forças aplicadas à coroa dental (MÜRRER, 1999). Sendo assim, o aumento da resistência proporcionado pelas resinas compostas sustenta-se principalmente na adesão destas aos tecidos dentais (EAKLE, 1986a; GELB *et al.*, 1986; REEL & MITCHELL, 1989; LIBERMAN *et al.*, 1990; TROPE & TRONSTAD, 1991; HERNANDEZ *et al.*, 1994; CORADAZI *et al.*, 1995; AUSIELLO *et al.*, 1997; MÜRRER, 1999; YAMAN *et al.*, 2000) aliada à boa resiliência deste material (McCABE *et al.*, 2000), atuando como um corpo único e melhorando a distribuição das tensões proporcionadas por cargas compressivas (FRAGA *et al.*, 1999). Coloca-se, também, como uma das propriedades responsáveis pelo bom desempenho dos compósitos, o seu módulo de elasticidade (SECCO *et al.*, 1997). Mesmo com todas estas propriedades favoráveis, as restaurações com resina composta tiveram valores estatisticamente inferiores aos dentes íntegros.

A utilização da polimerização adicional da resina composta proporciona aumento no grau de conversão dos monômeros em polímeros (PARK, 1996), melhorando as propriedades mecânicas do material (COVEY *et al.*, 1992; FERRACANE & CONDON, 1992), e também permite que a contração e stress de polimerização ocorram antes da inserção (WATTS *et al.*, 1995). Apesar das médias para as restaurações indiretas terem sido ligeiramente maiores que o grupo com restaurações adesivas diretas, não houve diferenças estatísticas entre estes dois grupos, demonstrando que apesar da melhora nas propriedades

mecânicas do material, isto não influenciou a questão da resistência à fratura. Pode-se explicar isto pelo fato da esfera tocar, inicialmente, apenas as vertentes das cúspides, sem tocar a restauração, sendo fator mais importante a questão da adesão das resinas compostas à estrutura dental que propriamente as propriedades mecânicas do material restaurador.

Diversos autores encontraram resultados diferentes em seus estudos, mostrando restaurações adesivas recuperando a resistência ou até mesmo, apresentado resultados superiores aos dentes íntegros (GELB *et al.*, 1986; OLIVEIRA *et al.*, 1987; JAGADISH & YOGESH, 1990; BURKE *et al.*, 1994; MÜRRER, 1999; WORSCHECH, 2000), ou mesmo restaurações em amálgama apresentando valores sem diferenças significativas à resina composta (STAMPALIA *et al.*, 1986; JOYNT *et al.*, 1987; REEL & MITCHELL, 1989; STEELE & JOHNSON, 1999). Pode-se explicar este fato pela grande divergência dos tipos e tamanhos de preparos cavitários utilizados, pois em preparos MO ou OD, a conservação de uma das cristas marginais proporciona aumento dos valores de resistência, não ficando, muitas vezes, o resultado dependente do material utilizado. OLIVEIRA *et al.*, em seu estudo no ano de 1987, concluíram que em dentes com preparos conservadores, o material restaurador utilizado exerce menor importância que em dentes com preparos mais extensos. Preparos MOD reduzem bastante a resistência à fratura, mas dependem principalmente da profundidade e abertura do istmo (MONDELLI *et al.*, 1980; CARON *et al.*, 1996; MONDELLI *et al.*, 1998). Outro aspecto que também contribui para esta grande variação de resultados encontrados na literatura diz respeito ao diâmetro da esfera

ou cilindro utilizado, uma vez que este diâmetro seja menor, testa-se em primeiro plano, a resistência do material, ficando o elemento dental em segundo plano.

De acordo com os resultados, fica evidenciado neste estudo que o material restaurador tem influência decisiva sobre a resistência à fratura de pré-molares com cavidades amplas. Isto pôde ser bem observado comparando os resultados obtidos com restaurações de amálgama em relação à resina composta, uma vez que as restaurações adesivas apresentaram-se mais eficazes na recuperação mecânica do remanescente dental, promovendo a união das cúspides. Clinicamente este fato indica a possibilidade de utilização dos compósitos em cavidades amplas ao invés do amálgama, permitindo a recuperação da função bem como da estética perdida, e principalmente, evitando a desgaste de estrutura dental sadia e maior enfraquecimento do remanescente. Pelo fato das restaurações direta e indireta em resina composta não apresentarem diferenças estatísticas entre si, abre-se a possibilidade da utilização da técnica direta para este tipo de cavidade, o que torna o procedimento mais rápido e com menor custo para o paciente.

7. CONCLUSÃO

Através da análise dos resultados obtidos, baseados na metodologia estabelecida, concluiu-se que:

a) o grupo de dentes íntegros mostrou-se significativamente mais resistente à fratura que os demais grupos.

b) os grupos restaurados adesivamente mostraram-se estatisticamente semelhantes entre si, sendo suas médias significativamente superiores ao grupo restaurado com amálgama e grupo preparado não restaurado.

c) dentes apenas com preparos obtiveram, significativamente, os piores valores de resistência à fratura em comparação aos outros grupos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

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.

BLASER, P.K. *et al.* Effects of designs of class 2 preparations on resistance of teeth to fracture. **Oper Dent**, Seattle, v.8, n.1, p.6-10, Winter 1983.

BOYER, D.B.; ROTH, L. Fracture resistance of teeth with bonded amalgams. **Am J Dent**, San Antonio, v.7, n.2, p.91-94, Apr. 1994.

BURKE, F.J.T. Tooth fracture *in vivo* and *in vitro*. **J Dent**, Oxford, v.20, n.3, p.131-139, June 1992.

BURKE, F.J.T.; WILSON, N.H.F.; WATTS, D.C. The effect of cavity wall taper on fracture resistance of teeth restored with resin composite inlays. **Oper Dent**, Seattle, v.18, n.6, p.230-236, Nov./Dec. 1993.

BURKE, F.J.T.; WILSON, N.H.F.; WATTS, D.C. Fracture resistance of teeth restored with indirect composite resins: The effect of alternative luting procedures. **Quintessence Int**, Berlin, v.25, n.4, p.269-275, Apr. 1994.

* Baseada na NBR6023, de 2000, da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos em conformidade com o MEDLINE.

CARLINI JUNIOR, B. **Resistência à fratura de dentes desvitalizados restaurados através de resina composta com ou sem pino intra-radicular.** Piracicaba, 1999. 185p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade estadual de Campinas.

CARON, G.A. *et al.* Resistance to fracture of teeth with various preparations for amalgam. **J Dent**, Oxford, v.24, n.6, p.407-410, Nov. 1996.

COOLIDGE, E.D. The thickness of human periodontal membrane. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.24, p.1260-1270, Aug. 1937.

CORADAZI, J.L. *et al.* Estudo *in vitro* da resistência à fratura de dentes pré-molares despolpados, restaurados com diferentes materiais em relação à ciclagem térmica e ao tempo. **Revta Bras Odont**, Rio de Janeiro, v.52, n.3, p.46-51, maio/jun. 1995.

COVEY, D.A.; TAHANEY, S.R.; DAVENPORT, J.M. Mechanical properties of heat-treated composite resin restorative materials. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.68, n.3, p.458-461, Sept. 1992.

DEVÓLIO, R. Resina fotopolimerizável com filamentos cerâmicos para laboratório. **J Bras Odont Clín**, Curitiba, v.2, n.11, p. 91-99, set./out. 1998.

DIAS DE SOUZA, G.M. *et al.* Fracture resistance of teeth restored with the bonded amalgam technique. **Oper Dent**, Seattle, v.26, n.5, p.511-515, Sept./Oct. 2001.

EAKLE, W.S. Fracture resistance of teeth restored with Class II bonded composite resin. **J Dent Res**, Washington, v.65, n.2, p.149-153, Feb. 1986a.

EAKLE, W.S. Increased fracture resistance of teeth: comparison of five bonded composite resin systems. **Quintessence Int**, Berlin, v.17, n.1, p.17-20, Jan. 1986b.

EAKLE, W.S. Increasing the resistance of teeth to fracture: Bonded composite resin versus glass ionomer cement. **Dent Mater**, Washington, v.1, n.6, p.228-230, Dec. 1985a.

EAKLE, W.S. Reinforcement of fractured posterior teeth with bonded composite resin restorations. **Quintessence Int**, Berlin, v.16, n.7, p.481-482, July 1985b.

EAKLE, W.S.; BRALY, B.V. Fracture resistance of human teeth with mesial-occlusal-distal cavities prepared with sharp and round internal line forms. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.53, n.5, p.646-649, May 1985.

EAKLE, W.S.; STANINEC, M.; LACY, A.M. Effect of bonded amalgam on the fracture resistance of teeth. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.68, n.2, p.257-260, Aug. 1992.

EL-MOWAFY, O.M. Fracture strength and fracture patterns of maxillary premolars with approximal slot cavities. **Oper Dent**, Seattle, v.18, n.4, p.160-166, July/Aug. 1993.

EL-SHERIF, M.H. *et al.* Fracture strength of premolars with Class 2 silver amalgam restorations. **Oper Dent**, Seattle, v.13, n.2, p.50-53, Spring 1988.

FERRACANE, J.L.; CONDON, J.R. Post-cure heat treatments for composites: properties and fractography. **Dent Mater**, Washington, v.8, n.5, p.290-295, Sept. 1992.

FRAGA, R.C. *et al.* Utilização de dentina artificial - Comparação entre resina composta e amálgama. Efeito de restaurações em molares endodonticamente tratados. **RGO**, Porto Alegre, v.47, n.3, p.147-149, jul./set. 1999.

GELB, M.N.; BAROUCH, E.; SIMONSEN, R.J. Resistance to cusp fracture in class II prepared and restored premolars. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.55, n.2, p.184-185, Feb. 1986.

HANSEN, E.K.; ASMUSSEN, E. *In vivo* fracture of endodontically treated posterior teeth restored with enamel-bonded resin. **Endod Dent Traumat**, Copenhagen, v.6, n.5, p.218-225, Oct. 1990.

HERNANDEZ, R. *et al.* Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentine bonding systems. **Int Endod J**, Oxford, v.27, n.6, p.281-284, Nov. 1994.

JAGADISH, S.; YOGESH, B.G. Fracture resistance of teeth with class 2 silver amalgam, posterior composite and glass cermet restorations. **Oper Dent**, Seattle, v.15, n.2, p.42-47, Mar./Apr. 1990.

JAIN, P. *et al.* Effect of treatments on bonding of indirect resins. **J Dent Res**, Washington, v.79, p.454, Apr. 2000. [Abstract, 2481]

JOYNT, R.B. *et al.* Effects of composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.57, n.4, p.431-435, Apr. 1987.

KHERA, S.C. *et al.* Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.64, n.2, p.139-147, Aug. 1990.

LEINFELDER, K.F. New developments in resin restorative systems. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.128, n.5, p.573-581, May 1997.

LIBERMAN, R. *et al.* The effect of posterior composite restoration on the resistance of cavity walls to vertically applied occlusal loads. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.17, n.1, p.99-105, Jan. 1990.

LIN, C.L.; CHANG, C.H.; KO, C.C. Multifactorial analysis of an MOD restored human premolar using auto-mesh finite element approach. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.28, n.6, p.576-585, June 2001.

McCABE, J.F.; WANG, Y.; BRAEM, M.J.A. Surface contact fatigue and flexural fatigue of dental restorative materials. **J Biomed Mater Res**, New York, v.50, n.3, p.375-380, June 2000.

MINTO, A.M.P. *et al.* Estudo comparativo da resistência à fratura de pré-molares superiores íntegros e restaurados com amálgama aderido. **Pesqui Odontol Bras**, São Paulo, v.16, n.2, p.121-126, abr./jun. 2002.

MONDELLI, J. *et al.* Fracture strength of human teeth with cavity preparations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.43, n.4, p.419-422, Apr. 1980.

MONDELLI, R.F.L. *et al.* Fracture strength of weakened human premolars restored with amalgam with and without cusp coverage. **Am J Dent**, San Antonio, v.11, n.4, p.181-184, Aug. 1998.

MÜRRER, R.D. **Influência de técnicas restauradoras adesivas e de ciclagens térmicas na resistência à fratura de pré-molares superiores.** Piracicaba, 1999. 113p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade estadual de Campinas.

OLIVEIRA, F.C.; DENEHY, G.E.; BOYER, D.B. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.115, n.1, p.57-60, July 1987.

OLIVEIRA, J.P.; COCHRAN, M.A.; MOORE, B.K. Influence of bonded amalgam restorations on the fracture strength of teeth. **Oper Dent**, Seattle, v.21, n.3 ,p.110-115, May/June 1996.

OSBORNE-SMITH, K.L. *et al.* Effect of restored and unrestored non-carious cervical lesions on the fracture resistance of previously restored maxillary premolar teeth. **J Dent**, Oxford, v.26, n.5/6, p.427-433, Jul./Aug. 1998.

PACHECO, J.F.M. **Influência do tratamento superficial na resistência à tração da união polímero de vidro – cimento resinoso.** Piracicaba, 1997. 112p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

PARK, S.H. Comparison of degree of conversion for light-cured and additionally heat-cured composites. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.76, n.6, p.613-618, Dec. 1996.

REEL, D.C.; MITCHELL, R.J. Fracture resistance of teeth restored with class II composite restorations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.61, n.2, p.177-180, Feb. 1989.

SALIS, S.G. *et al.* Impact-fracture energy of human premolar teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.58, n.1, p.43-48, July 1987.

SANTOS, A.C.; MEIERS, J.C. Fracture resistance of premolars with MOD amalgam restorations lined with amalgabond. **Oper Dent**, Seattle, v.19, n.1, p.2-6, Jan./Feb. 1994.

SECCO, A.S. *et al.* Sustentação de esmalte com ionômeros de vidro e resina composta: efeito na resistência à fratura das cúspides de dentes restaurados. **Rev Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v.11, n.4, p.255-261, out./dez. 1997.

SCHATZ, D.; ALFTER, G.; GÖZ, G. Fracture resistance of human incisors and premolars: morphological and patho-anatomical factors. **Dent Traumatol**, Munksgaard, v.17, n.4, p.167-173, Aug. 2001.

SOARES, C.J. **Adaptação marginal e resistência à fratura de inlays confeccionados em cerâmica e compósitos laboratoriais.** Piracicaba, 2000. 148p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade estadual de Campinas.

STAMPALIA, L.L. *et al.* Fracture resistance of teeth with resin-bonded restorations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.55, n.6, p.694-698, June 1986.

STANFORD, J.W. *et al.* Compressive properties of hard tooth tissues and some restorative materials. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.60, p.746-756, June 1960.

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

SULIMAN, A.A.; BOYER, D.B.; LAKES, R.S. Cusp movement in premolars resulting from composite polymerization shrinkage. **Dent Mater**, Washington, v.9, n.1, p.6-10, Jan. 1993.

TROPE, M.; TRONSTAD, L. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with glass ionomer cement or acid etch composite resin. **J Endod**, Baltimore, v.17, n.6, p.257-259, June 1991.

VALE, W.A. Cavity preparation and further thoughts on high speed. **Br Dent J**, London, v.107, n.11, p.333-346, Dec. 1959.

VAN DIJKEN, J.W.V. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. **J Dent**, Oxford, v.28, n.5, p.299-306, July 2000.

WASSEL, R.W.; WALLS, A.W.G.; McCABE, J.F. Direct composite inlay versus conventional composite restorations: three-year clinical results. **Br Dent J**, London, v.179, n.9, p.343-349, Nov. 1995.

WATTS, D.C.; WILSON, N.H.F.; BURKE, F.J.T. Indirect composite preparation width and depth and tooth fracture resistance. **Am J Dent**, Oxford, v.8, n.1, p.15-19, Feb. 1995.

WORSCHECH, C.C. **Resistência à fratura de pré-molares com preparos cavitários extensos restaurados através de sistemas adesivos e não adesivos.** 2000. 110p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade estadual de Campinas.

YAMAN, S.D. *et al.* Fracture resistance of class II approximal slot restorations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.84, n.3 ,p.297-302, Sep. 2000.

BIBLIOGRAFIA

ANUSAVICE, K.J. **Phillips materiais dentários.** 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 412p.

GALVÃO FILHO, S. **Dicionário odonto-médico inglês-português.** 2. ed. São Paulo: Santos, 2000. 976p.

SILVA, A.M.; PINHEIRO; M.S.F.; FREITAS, N.E. **Guia para normalização de trabalhos técnico-científicos:** projetos de pesquisa, monografias, dissertações e teses. Uberlândia: UFU, 2000. 163p.

ANEXO 1

Quadro 2. Dimensões e aberturas do preparo, em mm, das amostras 1 a 25 utilizadas neste estudo.

Número da amostra	CT	Coroa				Raiz		Preparo Oclusal	Preparo Proximal
		CO	VL	MD	DC	CR	Dm (mm^2)		
1	20,63	8,10	9,77	7,45	4,66	12,74	26,11	2,33	4,89
2	24,54	9,35	9,62	7,46	5,85	16,29	34,98	2,93	4,81
3	17,09	7,71	9,38	6,93	5,44	10,42	24,20	2,72	4,69
4	21,97	7,99	8,84	7,16	5,69	15,21	25,40	2,85	4,42
5	22,47	9,54	9,22	7,74	5,20	13,98	24,86	2,60	4,61
6	19,30	8,63	10,00	7,93	5,98	12,92	31,33	2,99	5,00
7	22,13	8,78	8,83	6,79	5,23	13,93	19,86	2,62	4,42
8	22,92	8,62	9,84	7,06	5,18	15,10	30,97	2,59	4,92
9	23,25	9,87	10,98	8,17	5,70	15,02	33,70	2,85	5,49
10	24,29	9,07	9,66	7,15	5,41	19,38	27,75	2,71	4,83
11	21,86	8,47	9,10	7,11	5,76	14,47	23,84	2,88	4,55
12	24,30	9,51	9,50	7,52	4,75	15,91	32,28	2,38	4,75
13	21,23	7,78	8,81	6,98	4,55	14,21	27,65	2,28	4,41
14	20,00	8,94	10,26	7,60	5,20	11,57	33,75	2,60	5,13
15	22,82	9,27	8,36	7,59	5,45	13,81	23,11	2,73	4,18
16	22,02	8,94	8,82	6,88	5,67	13,50	20,06	2,84	4,41
17	20,78	10,62	9,84	7,39	5,51	11,08	32,81	2,76	4,92
18	18,99	8,17	10,03	7,67	5,11	11,80	28,58	2,56	5,02
19	21,14	8,27	9,13	7,12	5,47	13,79	23,48	2,74	4,57
20	19,68	8,60	9,73	7,96	5,49	11,27	33,87	2,75	4,87
21	19,42	8,76	9,64	7,02	5,12	10,61	34,43	2,56	4,82
22	24,10	8,76	9,64	7,02	4,83	15,76	24,40	2,42	4,82
23	22,31	7,33	8,66	6,60	4,85	15,36	18,35	2,43	4,33
24	20,60	8,29	9,36	7,08	5,73	13,23	22,18	2,87	4,68
25	25,00	9,33	9,20	7,25	5,13	16,15	30,25	2,57	4,60
Média	21,71	8,75	9,45	7,31	5,32	13,90	27,53	2,66	4,73
DP	1,99	0,74	0,58	0,39	0,39	2,10	5,07	0,19	0,29

Legenda:
CT – comprimento total do dente
CO – altura coronária
VL – comprimento coronária
MD – largura coronária
DC – distância entre as pontas das cúspides
CR – comprimento da raiz
Dm – diâmetro médio radicular

Quadro 3. Dimensões e aberturas do preparo, em mm, das amostras 26 a 50 utilizadas neste estudo.

Número da amostra	CT	Coroa				Raiz		Preparo Oclusal	Preparo Proximal
		CO	VL	MD	DC	CR	Dm (mm^2)		
26	20,84	8,19	9,71	6,94	5,39	14,09	27,08	2,70	9,71
27	21,57	7,90	8,63	6,87	5,29	14,09	20,72	2,65	8,63
28	19,27	8,82	10,95	7,89	5,36	13,04	57,21	2,68	10,95
29	22,76	8,98	9,90	8,05	6,71	14,91	21,87	3,36	9,90
30	22,43	9,40	9,65	7,10	4,84	14,29	28,24	2,42	9,65
31	16,15	7,33	9,28	6,79	6,54	9,15	26,32	3,27	9,28
32	17,20	7,95	8,98	7,26	5,75	10,11	28,99	2,88	8,98
33	21,47	8,89	9,42	7,24	4,83	13,28	28,42	2,42	9,42
34	22,98	9,52	9,62	7,38	5,15	14,76	25,46	2,58	9,62
35	23,60	8,87	9,92	8,23	6,02	15,03	23,23	3,01	9,92
36	21,33	7,86	9,68	6,73	5,42	14,21	27,95	2,71	9,68
37	18,94	8,30	9,76	7,46	5,30	11,28	35,47	2,65	9,76
38	22,19	8,53	9,46	7,19	5,82	14,50	25,93	2,91	9,46
39	19,79	7,22	8,77	6,22	4,91	13,50	26,63	2,46	8,77
40	20,16	8,49	9,10	7,35	5,55	12,84	25,01	2,78	9,10
41	18,05	5,89	9,30	7,71	4,80	12,71	35,09	2,40	9,30
42	20,26	8,42	8,90	7,20	5,48	12,82	25,43	2,74	8,90
43	19,47	8,53	10,50	8,01	6,07	12,72	31,33	3,03	5,25
44	20,84	8,28	7,33	8,81	5,55	10,51	21,74	2,78	4,41
45	22,48	8,05	7,69	9,13	6,06	13,09	27,43	3,03	4,57
46	21,70	8,66	7,13	8,77	5,88	13,41	24,40	2,94	4,39
47	19,93	9,33	7,57	8,11	5,41	10,75	18,35	2,71	4,06
48	24,96	8,46	7,09	8,30	5,61	15,86	32,75	2,81	4,15
49	21,96	7,76	6,79	8,86	5,75	13,15	22,18	2,88	4,43
50	24,25	8,06	7,08	9,78	5,55	10,51	26,63	2,78	4,89
Média	20,98	8,31	8,89	7,74	5,56	12,98	27,75	2,78	7,89
DP	2,12	0,77	1,17	0,86	0,49	1,72	7,41	0,24	2,41

Legenda:
CT – comprimento total do dente
CO – altura coronária
VL – comprimento coronária
MD – largura coronária
DC – distância entre as pontas das cúspides
CR – comprimento da raiz
Dm – diâmetro médio radicular

ANEXO 2

Quadro 4. Relação das amostras, seus respectivos tratamentos e os valores registrados de resistência à fratura, expressos em kgf.

Amostra	Tratamento	Valores	Amostra	Tratamento	Valores
1	Resina Indireta	135,30	26	Preparo	15,32
2	Resina Direta	94,96	27	Íntegro	113,40
3	Preparo	21,53	28	Íntegro	148,00
4	Amálgama	68,32	29	Resina Direta	87,74
5	Resina Indireta	104,30	30	Resina Indireta	116,50
6	Íntegro	198,50	31	Resina Direta	102,90
7	Preparo	45,45	32	Preparo	31,23
8	Amálgama	34,99	33	Íntegro	253,30
9	Resina Direta	96,17	34	Resina Direta	137,40
10	Íntegro	230,30	35	Resina Indireta	117,60
11	Íntegro	222,70	36	Amálgama	86,70
12	Preparo	20,82	37	Preparo	10,15
13	Preparo	12,23	38	Amálgama	40,98
14	Resina Direta	125,90	39	Íntegro	123,40
15	Resina Indireta	146,90	40	Amálgama	98,25
16	Amálgama	72,94	41	Resina Indireta	65,64
17	Amálgama	53,11	42	Íntegro	211,00
18	Amálgama	44,98	43	Preparo	16,12
19	Resina Direta	89,89	44	Íntegro	112,00
20	Resina Indireta	95,07	45	Resina Indireta	115,00
21	Resina Indireta	185,70	46	Amálgama	69,83
22	Preparo	28,64	47	Íntegro	148,70
23	Resina Direta	105,00	48	Resina Direta	76,32
24	Resina Direta	120,90	49	Resina Indireta	94,16
25	Amálgama	69,42	50	Preparo	22,65

ANEXO 3

ANÁLISE ESTATÍSTICA

```
data file: ANÁLIS~2.STA [ 50 cases with 2 variables ]


STATISTICA Visual GLM


Var 1: TRAT -  (-9999)

    Text     Numeric    Long label

  Amálgama        100   Preparo MOD + amálgama
  Res Dir         101   Preparo MOD + resina direta
  Res Ind         102   Preparo MOD + resina indireta
  Íntegro         103   Dentes hígidos
  Preparo         104   Preparo MOD sem restauração


Var 2: RESIST -  (-9999)
No text values

Design Effects:
    Categorical effects: TRAT

INDEPENDENT VARIABLES (between-groups factors):

TRAT        Number of Levels:    5     Codes:  level   1:  100-Amálgama
                                               level   2:  101-Res Dir
                                               level   3:  102-Res Ind
                                               level   4:  103-Íntegro
                                               level   5:  104-Preparo

      DESIGN: 1 - way ANOVA        , fixed effects
   DEPENDENT: 1 variable:     RESIST
     BETWEEN: 1-TRAT     ( 5): Amálgama ResDir ResInd Íntegro Preparo
      WITHIN: none


Model specifications:
General Linear Model (GLM);
   DEPENDENT = RESIST;
   GROUPS = TRAT    (100 101 102 103 104);
   COVARIATE = none;
   DESIGN =  TRAT;
   INTERCEPT = include;
   LACKOFFIT = no;
   PARAM = sigma;
   SSTYPE = 6;
   ESTIMATE = none;
   SDELTA = 7;
   IDELTA = 12;
   RANDOM = none;
   SURFACE = none;
   MIXTURE = none;
   REPEATED = none;
   WDESIGN = none;
   SAMPLE = none;
   OUTPUT = none;
```

STAT. Summary Table of Means (anális~2.sta)
BASIC N=50 (No missing data in dep. var. list)
STATS

TRAT	RESIST Means	RESIST N	RESIST Sum	RESIST Std.Dev.	RESIST Variance
Amálgama	63,9520	10	639,520	20,28172	411,348
Res Dir	103,7180	10	1037,180	19,01721	361,654
Res Ind	117,6170	10	1176,170	32,91593	1083,458
Íntegro	176,1300	10	1761,300	52,85889	2794,062
Preparo	22,4140	10	224,140	10,51232	110,509
All Grps	96,7662	50	4838,310	60,05380	3606,458

STAT. Univariate Results for Each DV (anális~2.sta)
VISUAL Sigma-restricted parameterization
GLM Effective hypothesis decomposition

GENERAL Effect	Degr. of Freedom	RESIST SS	RESIST MS	RESIST F	RESIST p
Intercept	1	468184,9*	468184,9*	491,6843*	0,000000*
TRAT	4	133867,2*	33466,8*	35,1466*	,000000*
Error	45	42849,3	952,2		
Total	49	176716,5			

STAT. Tukey HSD test; variable RESIST (anális~2.sta)
VISUAL Probabilities for Post Hoc Tests
GLM Error: Between MS = 952,21, df = 45,000

Cell No.	TRAT	{1} 63,952	{2} 103,72	{3} 117,62	{4} 176,13	{5} 22,414
1	Amálgama		,045482*	,003035*	,000134*	,033104*
2	Res Dir	,045482*		,850786	,000174*	,000136*
3	Res Ind	,003035*	,850786		,001117*	,000134*
4	Íntegro	,000134*	,000174*	,001117*		,000134*
5	Preparo	,033104*	,000136*	,000134*	,000134*	

STAT. Tukey HSD test; variable RESIST (anális~2.sta)
VISUAL Homogenous Groups, alpha = ,05000
GLM Error: Between MS = 952,21, df = 45,000

Cell No.	TRAT	RESIST Mean	1	2	3	4
5	Preparo	22,4140	****			
1	Amálgama	63,9520		****		
2	Res Dir	103,7180			****	
3	Res Ind	117,6170			****	
4	Íntegro	176,1300				****

UNICAMP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Avaliação da resistência à fratura de pré-molares com preparos cavitários extensos submetidos a diferentes procedimentos restauradores", sob o protocolo nº **135/2002**, do Pesquisador ***Celso de Freitas Pedrosa Filho***, sob a responsabilidade do Prof. Dr. **Luiz Roberto Marcondes Martins**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.

Piracicaba, 06 de novembro de 2002

We certify that the research project with title "Fracture resistance evaluation of premolars with extense cavity preparation submitted to different restorative procedures", protocol nº **135/2002**, by Researcher ***Celso de Freitas Pedrosa Filho***, responsibility by Prof. Dr. **Luiz Roberto Marcondes Martins,** is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Research at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).

Piracicaba, SP, Brazil, November 06 2002

Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen

Secretário
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Antonio Bento Alves de Moraes

Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP