

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
- UNICAMP -**

CD RODRIGO DUTRA MÜRRER

**Influência de Técnicas Restauradoras Adesivas
e de Ciclagens Térmicas na Resistência
à Fratura de Pré-molares Superiores**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do grau de Doutor em Clínica Odontológica, área de concentração Dentística

PIRACICABA

- 1999 -

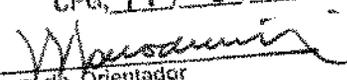
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
- UNICAMP -**

CD RODRIGO DUTRA MÜRRER

**Influência de Técnicas Restauradoras Adesivas
e de Ciclagens Térmicas na Resistência
à Fratura de Pré-molares Superiores**

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG, 19/05/99

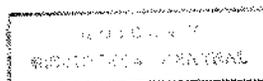

Assinatura do Orientador

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas,
para a obtenção do grau de Doutor em
Clínica Odontológica, área de
concentração Dentística

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ ROBERTO LOVADINO

PIRACICABA

- 1999 -



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
V.	
IN.	38245
PS.	229/99
PRE.	X\$ 11,00
DES.	10/08/99
N.º CPE	

CM-00134251-5

Ficha Catalográfica

M967i Mürrer, Rodrigo Dutra.
 Influência de técnicas restauradoras adesivas e de ciclagens térmicas na resistência à fratura de pré-molares superiores. / Rodrigo Dutra Mürrer. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1999.
 113f. : il.

Orientador : Prof. Dr. José Roberto Lovadino.
 Tese (Doutorado) -- Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

I. Dentes. 2. Mecânica da fratura. 3. Materiais dentários. 4. Adesivos dentários. I. Lovadino, José Roberto. 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.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 05 de Março de 1999, considerou o candidato RODRIGO DUTRA MÜRRER aprovado.

1. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO

2. Prof. Dr. JOSÉ VANDERLEI DE ALMEIDA

3. Prof. Dr. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

4. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

5. Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES

DEDICATÓRIA

*Às pessoas responsáveis por tudo que sou:
meus pais, Rosenor e Wandecir.*

AGRADECIMENTOS

Bem...ao que parece mais um trecho da caminhada foi completado. É interessante como, quando comecei a andar, esse ponto parecia tão distante e ao chegar aqui percebo que, na verdade, essa estrada ainda vai longe.

Nesse ponto, me vejo novamente com a difícil tarefa de tentar agradecer às pessoas que fizeram parte desse caminho e que, sem dúvida, foram fundamentais em todos os momentos. É tentadora a vontade de repetir todos os agradecimentos feitos na minha tese de mestrado...Afiml a convivência, o incentivo e a ajuda da maioria dos nomes ali presentes continuaram a fazer parte da minha vida e a colaborar para que eu siga em frente. Entretanto, se eu sucumbisse à essa tentação talvez teria uma lista de agradecimentos maior que a tese. Portanto fica aqui registrado a importância dos nomes que foram citados nos agradecimentos da minha tese de mestrado e omitidos nesta. Meu eterno reconhecimento e meus sinceros agradecimentos vão:

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, nas pessoas do Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum, Diretor, e do Prof. Dr. Frab Norberto Boscoli, Diretor Associado.

À Profa. Dra. Altair A. Del Bel Cury, coordenadora dos cursos de Pós-graduação da FOP - UNICAMP e à Profa. Dra. Mônica Campos Serra, coordenadora do Curso de Pós-graduação em Clínica Odontológica da FOP - UNICAMP.

À FAPESP pela concessão da Bolsa de Doutorado durante um período do curso de Doutorado.

Aos Professores Doutores Artêmio L. Zanetti, Roberto Chaib Stegun e Bruno Costa, do Departamento de Prótese da FO - USP e à Área de Materiais Dentários da FOP - UNICAMP, pela valiosa colaboração durante a fase experimental do trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ - USP, pela análise estatística dos dados.

Aos professores da área de Dentística da FOP, que, através de seus exemplos têm me ensinado como conduzir, e como não conduzir, minha vida profissional.

Aos amigos que fiz entre a turma de Pós-graduação por me deixarem com a certeza de que sempre poderei contar com eles.

Aos amigos que fiz no Ceará, estado onde leciono hoje, pela agradável acolhida e fiel companheirismo que ajudam a amenizar a falta que me faz os que deixei tão distante.

Aos Profs. Galba de Menezes Gomes e Haroldo Rodrigues Albuquerque Jr., respectivamente ex-Coordenador e Coordenador do Curso de Odontologia da Universidade de Fortaleza, pelo apoio e confiança.

Aos meus amigos de sempre...sem os quais essa vida seria menos divertida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Roberto Lovadino, pilar fundamental e ombro amigo onde sei que posso apoiar nas horas mais difíceis...(Valeu Loval!)

Aos meus tios e primos e aos meus avós, Henor, Rossini, Olga e José...pelo exemplo, amizade, dedicação e carinho...(Vocês estarão sempre no meu coração!)

A Eliana (Lia), Luís Carlos (Liga), Bruno e Fabiano, minha segunda família que sempre esteve pronta para apoiar e incentivar minhas empreitadas...(Meu carinho e amizade eternos!)

Aos meus pais Rosenor e Wandecir, aos meus irmãos, André, Mariana e Júlia, à minha querida sobrinha Bruna e sua (ou seu) irmã(o) que vem por aí...(A vocês todo o meu amor!!!)

À Simone...por tudo!

**“ Tem gente que passa a vida inteira
travando a inútil luta com os galhos,
Sem saber que é lá no tronco
que está o coringa do baralho.”**

Raul Seixas

ÍNDICE

CAPÍTULOS	pg.
LISTAS	01
RESUMO	05
1 - INTRODUÇÃO	09
2 - REVISÃO DE LITERATURA	17
3 - PROPOSIÇÃO	57
4 - MATERIAIS E MÉTODOS	61
4.1 - MATERIAIS	63
4.2 - OBTENÇÃO E PREPARO INICIAL DAS AMOSTRAS	63
4.3 - PREPARO CAVITÁRIO	65
4.4 - PROCEDIMENTOS RESTAURADORES	67
4.5 - CICLAGEM TÉRMICA	68
4.6 - PREPARO DAS AMOSTRAS PARA O TESTE DE FRATURA	69
4.7 - ENSAIO MECÂNICO	70
5 - RESULTADOS	71
6 - DISCUSSÃO	77
7 - CONCLUSÕES	87
ANEXOS	91
SUMMARY	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

LISTAS

TABELAS		PÁGINA
4.1	Divisão dos grupos experimentais segundo tipo de preparo, restauração e tratamento térmico.	64
5.1	Valores médios do carregamento requerido para fratura das amostras, por grupo.	73
5.2	Resultados da Análise de Variância	73
5.3	Comparação individual dos resultados obtidos pelo teste t de Student	74

FIGURAS		PÁGINA
4.1	Dispositivo utilizado para a confecção dos preparos cavitários	66
4.2	Esquema representativo do preparo cavitário	67
4.3	Máquina de Termociclagem	68
4.4	Esfera de aço posicionada para a realização do teste	70
5.1	Ilustração gráfica dos valores da tabela 5.3 onde se evidenciam, através de cores e letras, as diferenças estatísticas	75

SIGLAS	SIGNIFICADOS
CIV	CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO
dms	DIFERENÇA MÍNIMA SIGNIFICANTE
DP	DESVIO PADRÃO
F	VALOR CRÍTICO
GL	GRAUS DE LIBERDADE
kgf	KILOGRAMAFORÇA
mm	MILÍMETROS
MO	MÉSIO-OCLUSAL
MOD	MÉSIO-OCLUSO-DISTAL
MPa	MEGAPASCAL
OD	OCLUSO-DISTAL
P	PROBABILIDADE
PVC	POLIVINIL-CLORETO
QM	QUADRADO MÉDIO
RMF	RESTAURAÇÃO METÁLICA FUNDIDA
SQ	SOMA DOS QUADRADOS
VOL	VESTÍBULO-OCLUSO-LINGUAL

RESUMO

O objetivo do trabalho foi estudar a resistência à fratura de pré-molares superiores em função da restauração com técnicas adesivas e o efeito de ciclagens térmicas nessa resistência. Para isso, 80 dentes extraídos, íntegros e livres de trincas ou manchas, foram divididos, aleatoriamente, em oito grupos de dez dentes. Os dentes dos grupos 1 e 2 não receberam preparo nem restauração. Os dentes dos grupos 3 ao 8 receberam um preparo MOD, sem caixas proximais e com o assoalho plano, de largura correspondente a 1/4 da distância intercuspidal e de profundidade correspondente a 3/4 da altura da coroa dental, sendo que os dos grupos 3 e 4 não foram restaurados, os dos grupos 5 e 6 foram restaurados com uma técnica de *amálgama-adesivo* e os dos grupos 7 e 8 com resina composta. As amostras dos grupos 2, 4, 6 e 8 foram submetidas a 2000 ciclos térmicos intercalando banhos de 1 minuto de duração entre 5 e 55°C. Todos os grupos foram submetidos a teste de resistência à compressão em máquina universal de ensaios. O carregamento foi aplicado axialmente através de uma esfera de aço posicionada de maneira a manter contato apenas com as vertentes das cúspides e nunca com as restaurações ou as margens das cavidades. 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(b); G4=67,90(b); G5=168,20(c); G6=118,44(d); G7=202,66(a); G8=172,02(c). As letras diferentes

denotam diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, demonstradas pela análise estatística dos resultados, através do Teste t de Student. Esses resultados mostram que restaurações com potencial de união à estrutura dental têm a capacidade de recuperar, em maior ou menor grau, a resistência à fratura de pré-molares superiores perdida no preparo cavitário. Entretanto, mostra também que o envelhecimento artificial, através de ciclagens térmicas, tem um efeito deletério no reforço da estrutura dental exercido por restaurações adesivas, sugerindo uma transitoriedade da união entre sistemas adesivos e tecido dental

Palavras-chaves: resistência à fratura - restaurações adesivas – ciclagens térmicas

1. INTRODUÇÃO

A fratura dental é um problema com o qual os dentistas se deparam freqüentemente na prática da profissão^{9,17,19,27,35,41}, sendo a razão para troca de 11 a 13% das restaurações de amálgama^{6,8}. A resolução desse problema é, muitas vezes, difícil porque a fratura, em grande parte dos casos, estende-se subgengivalmente³⁷.

Embora dentes hígidos raramente fraturem devido a esforços associados com a mastigação normal²², dentes enfraquecidos por cárie ou preparo cavitário são mais suscetíveis à fratura^{2,4,9,14,19,23,32,33,35,37,39,40,44,47,50,57,59,72}.

A resistência do dente, após preparo e restauração, está diretamente relacionada à longevidade da restauração no meio oral e, por este motivo, seu estudo tem sido amplamente explorado nas últimas décadas. A influência da forma do preparo cavitário na resistência à fratura do dente têm sido muito estudada e na maioria desses trabalhos^{2,4,9,18,19,22,23,26,36,37,39,46,47,50,51,56,57,60-63,72}, os resultados demonstram uma relação direta entre as dimensões do preparo e o enfraquecimento do dente.

Assim, o enfraquecimento a que foram submetidos pelo preparo cavitário e a maneira que são restaurados, são mais importantes na resistência à fratura de cúspides que os fatores anatômicos inerentes aos dentes^{35,59}.

O aumento da largura do istmo oclusal que ocorre durante o preparo cavitário enfraquece o dente e aumenta o risco à fratura^{23,39,47,72}. Dentes com

restaurações amplas tendem a fraturar mais que aqueles com restaurações pequenas ou sem restaurações^{9,19}, sendo o preparo cavitário o fator que mais influencia a frequência de fraturas dentais³⁷. BLASER *ET AL*⁴ compararam a resistência de dentes hígidos com dentes com preparo MOD de várias larguras e profundidades e concluíram que o enfraquecimento causado pelo aumento da profundidade do preparo tem um papel muito mais importante que o aumento da largura.

Os resultados desses estudos modificaram profundamente os princípios de preparo recomendados previamente por BLACK³. Um dos pioneiros nessa linha, VALE⁷², em 1959, mostrava o ganho na resistência ao se reduzir o preparo de 1/3, como prescrevia BLACK³, para 1/4 da distância intercuspidal. Esses dados foram confirmados posteriormente por outros pesquisadores^{2,4,14,23,39,47,56}. Entretanto, muitas vezes não é possível fazer um preparo conservativo, principalmente quando o dente apresenta um volume muito grande de tecido cariado. Para essas situações, faz-se necessário procurar meios para recuperar a resistência perdida no preparo.

Tradicionalmente, restaurações metálicas fundidas com cobertura de cúspides eram usadas para tal fim⁵⁰, porém, essa técnica apresenta algumas desvantagens⁴¹: envolve uma fase laboratorial, que aumenta os custos e o tempo de tratamento; exige uma remoção muito maior de tecido dental sadio e têm um prejuízo estético muito grande.

Materiais e técnicas restauradoras diretas com a finalidade de reforçar o remanescente dental passaram a receber grande atenção dos pesquisadores. LAMBERT *ET AL.*³⁸ sugeriram a inserção de um pino horizontal ligando as cúspides vestibular e lingual e, embora conseguissem demonstrar um aumento na resistência à fratura, a inserção desse pino pode gerar trincas na estrutura dental, extremamente indesejáveis nesse caso.

O amálgama com cobertura de cúspides tem sido sugerido como opção^{19,48,64}, mas também apresenta um comprometimento estético e envolve um desgaste muito maior de tecido dental. A restauração de amálgama utilizada no reforço da resistência à fratura de dentes com preparo cavitário não consegue recuperar a resistência perdida no preparo^{2,26,32-34,40,43,46,49,51,56,57,69}.

BELL *ET AL.*², através de um modelo matemático, utilizando-se de um *software*[®], concluiu que o amálgama não toma parte na distribuição de tensões geradas pela aplicação de forças sobre as cúspides. Tem-se, então, nas restaurações de amálgama, uma concentração de estresses no ângulo de fundo da cavidade que pode gerar trincas que se propagam e levam à fratura da cúspide. Nesse mesmo trabalho, BELL *ET AL.*² sugeriu que um material restaurador que tivesse adesão às paredes da cavidade, unindo as cúspides, distribuiria melhor os esforços suportados por estas, indicando, ao final, uma restauração adesiva com amálgama como solução para o problema.

A técnica de *amálgama-adesivo* tem sido estudada desde a década de 80, demonstrando alguns bons resultados com relação à força de união do material à estrutura dental^{1,54,58,70}.

O efeito de restaurações da técnica de *amálgama-adesivo* na resistência à fratura do dente têm demonstrado diferentes resultados quanto à eficiência da técnica para tal fim^{20,53,67}. Outros resultados, também conflitantes, têm sido obtidos por diferentes autores ao estudar materiais e técnicas restauradoras adesivas, como resinas compostas e cimentos de ionômero de vidro^{9,14-17,25,26,29,31-34,40,41,43,44,49,51,56,57,66,68,69,74}. Um efeito reforçador (recuperação total ou parcial da resistência) desempenhado por esses materiais na resistência à fratura de dentes enfraquecidos pelo preparo cavitário têm sido demonstrado.

Ao final de boa parte desses trabalhos, que demonstram o efeito reforçador das técnicas restauradoras adesiva, os autores fazem uma ressalva sobre a necessidade de novos trabalhos que investiguem a durabilidade daquele efeito, através de testes específicos.

O procedimento de termociclagem têm sido utilizado como metodologia de envelhecimento artificial em trabalhos de pesquisa relacionados com micro-infiltração e com força de união de materiais adesivos^{5,7,45,52,55,75}. A justificativa para sua utilização está no fato de que o *stress* térmico provocado pela diferença de coeficientes de alteração térmica⁷ entre materiais restauradores e os tecidos

dentais levam, a longo prazo, a um problema de fadiga que em última análise pode comprometer a restauração¹². Colocando em risco a longevidade da união adesiva e com ela a resistência à fratura recuperada pela restauração.

2. REVISÃO DE LITERATURA

VALE⁷², em 1959, preocupou-se com os efeitos do preparo cavitário sobre a resistência à fratura dos dentes. Seu trabalho, um dos pioneiros na área, investigou, *in vitro*, o efeito do preparo cavitário e de alguns tipos de restaurações na resistência à fratura de pré-molares. Para isso, utilizou pares de pré-molares contralaterais, em que um deles era utilizado como controle, não recebendo preparo cavitário e o outro era submetido a um preparo cavitário tipo classe II. As variáveis a serem estudadas eram a largura do istmo ($1/3 \times 1/4$ da distância intercuspidal) e a restauração (amálgama X RMF X RMF com proteção de cúspide). O teste mecânico de compressão foi executado numa máquina de teste universal e a força era aplicada através de uma esfera de aço de 4,76 mm de diâmetro colocada no centro da face oclusal. Pelos resultados o autor verificou que, quando a largura do istmo era correspondente a $1/4$ da distância intercuspidal, a 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 $1/3$ da distância intercuspidal, a força necessária para a fratura era menor do 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 restaurações metálicas fundidas, sim.

MONDELLI ET AL.⁴⁶, em 1974, estudaram o efeito de preparos modernos e de canaletas retentivas na resistência à fratura de dentes artificiais. Para isso,

molares artificiais eram submetidos a quatro diferentes tipos de preparos cavitários modernos, com ou sem canaletas retentivas nos ângulos axiolingual e axiovestibular. Posteriormente, todos foram submetidos ao teste de compressão em máquina de teste universal. Os resultados permitiram concluir que não havia diferença entre os preparos propostos e que a utilização das canaletas retentivas aumentava a resistência à fratura daqueles dentes.

DENEHY & TORNEY¹³, em 1976, estudaram qualitativamente a superfície interna do esmalte sem suporte de dentina quando submetido ao condicionamento com ácido fosfórico e posterior restauração com resina composta. A interface entre o esmalte e a resina foi examinada através de microscopia eletrônica de varredura, permitindo aos autores verificarem que existia uma união micromecânica semelhante àquela que ocorria na superfície externa. Isso levou os autores a apresentarem a técnica de condicionamento ácido do esmalte interno e posterior colocação de resina como alternativa à remoção de esmalte sem suporte dentinário.

RASMUSSEN ET AL.⁵⁹, em 1976, através de testes de fratura e fractografias com microscopia eletrônica de varredura, estudaram as propriedades de fratura do esmalte e dentina humanos. Pré-molares foram seccionados para obtenção das amostras, tanto para dentina como para esmalte. As amostras eram obtidas de duas maneiras: o ponto a ser fraturado paralelo aos prismas ou canalículos dentinários, ou perpendicular a estes. O trabalho permitiu verificar que o esmalte

e dentina são substâncias friáveis e com propriedades anisotrópicas de fratura. Estas características, concluíram os autores, fazem com que um dente submetido ao preparo cavitário esteja mais propenso à fratura, acabando por sugerirem cuidados para diminuir a concentração de tensões e, portanto, melhorar a resistência à fratura.

Em 1977, **MOUNT**⁴⁸ sugeriu uma técnica restauradora utilizando amálgama com proteção de cúspide como alternativa à remoção de todo esmalte sem suporte. A preocupação do autor em preservar a estrutura dentária sadia era justificada por quatro razões: prevenção de fratura, estética, preservação do contorno e preservação da oclusão.

ESPINOSA²⁶, em 1978, pesquisou algumas propriedades do esmalte e dentina, com relação ao cisalhamento da junção amelo-dentinária, comparando o suporte dado ao esmalte pela dentina àquele dado pela resina composta. O trabalho utilizou 78 incisivos extraídos, divididos em dois grupos, um para o teste de cisalhamento da junção amelo-dentinária e outro para adesão esmalte-resina. O autor concluiu, ao final, que o condicionamento ácido aumentou a retenção da resina composta e que alguns sistemas adesivos apresentaram resistência ao cisalhamento estatisticamente iguais à ligação esmalte-dentina.

MONDELLI ET AL.⁴⁷, em 1980, estudaram a resistência à fratura de pré-molares humanos com cavidades preparadas. O objetivo era verificar o efeito de três tipos diferentes de preparos (oclusal, ocluso-proximal e mesio-ocluso-distal),

com três larguras diferentes de istmo ($1/2$, $1/3$ e $1/4$ da distância intercuspidal). Para isso, as amostras eram submetidas a um carregamento axial com auxílio de uma esfera de aço de 4 mm de diâmetro, apoiada sobre as cúspides. Os resultados mostraram que, quanto maior a remoção de estrutura dentária, menor era a força necessária para fraturar as amostras, concluindo que um preparo com largura de istmo equivalente a $1/4$ da distância intercuspidal seria o ideal para manter a resistência do dente, independente do tipo de preparo.

Seguindo a mesma linha, em 1981, **RE & NORLING**⁶⁰ pesquisaram a influência da largura do istmo do preparo na resistência à fratura de molares inferiores humanos extraídos. Cavidades rasas, com largura de $1/2$, $1/3$ e $1/4$ da distância intercuspidal, foram preparadas nos dentes que, depois, foram restaurados com amálgama e submetidos aos testes mecânicos com aplicação de força axial. A intenção do trabalho foi de reproduzir o trabalho de **VALE**⁷², utilizando molares ao invés de pré-molares. A argumentação dos autores era que se haviam generalizado os resultados obtidos naquele trabalho e que eram necessários mais dados para tal. Os resultados levaram os autores a sugerir que restaurações mais largas aumentariam a resistência de dentes submetidos ao preparo cavitário.

RE, DRAHEIN & NORLING⁶², em 1981, verificaram a influência do arredondamento dos ângulos internos e da largura do istmo intercuspidal na resistência à fratura de molares inferiores, utilizando dentes humanos extraídos e

artificiais (acrílicos). Para isso, 50 molares naturais e 50 de acrílico foram preparados de diferentes formas e submetidos ao teste de compressão em máquina universal de testes. Os resultados levaram os autores a concluir que preparos cavitários tipo classe I, mesmo largos, não diminuíam a resistência de molares inferiores, independente do arredondamento dos ângulos.

CRIM & MATTINGLY¹¹, em 1981, estudaram o efeito da execução de termociclagem como utilizada habitualmente em pesquisas sobre materiais restauradores, comparando-a com outra metodologia em que se faz armazenamento em temperatura ambiente constante. O estudo foi conduzido em 20 pré-molares humanos extraídos. Neles foram executados preparos cavitários classe V e restaurados com resina composta para efeito da verificação de microinfiltração. Após as restaurações as amostras foram divididas em 2 grupos de 10 dentes, em um deles os dentes foram colocados em uma solução de fucsina básica a 0,5% a 37°C por 25 horas. Os dentes pertencentes ao outro grupo foram submetidos a 1500 ciclos térmicos executados da seguinte maneira: 4 segundos a 60°C, 23 segundos a 37°C, 4 segundos a 5°C e 23 segundos a 37°C. Foi utilizada a mesma solução utilizada no primeiro grupo. Após os tratamentos os dentes foram seccionados e observados para avaliação de infiltração marginal com um microscópio (20X). As observações levaram os autores a concluir que há diferenças entre o grupo termociclado e aquele em que não houve alterações de temperatura com relação aos padrões de infiltração

verificados. Sugerindo então a freqüente utilização de ciclos térmicos no estudo de materiais restauradores para simular as condições do ambiente oral.

Em 1981, **LARSON, DOUGLAS & GEISTFELD**³⁹ compararam o carregamento requerido para a fratura de dentes com preparo oclusal e com preparo mesio-ocluso-distal com larguras de istmo de $1/3$ e $1/4$ da distância intercuspidal. O teste mecânico foi executado através de compressão axial com uma esfera em máquina de ensaio universal e os resultados apontaram para uma valorização das cavidades conservativas, pois contatou-se a diminuição da resistência nos dentes preparados, sendo os preparos de istmo equivalente a $1/3$ da distância intercuspidal os mais prejudiciais.

RE, NORLING & DRAHEIM⁶³, em 1982, estudaram o efeito da largura do istmo na resistência à fratura de molares inferiores extraídos, preparando cavidades mesio-ocluso-distal com larguras de $1/2$ e $1/4$ da distância intercuspidal. Os autores concluíram que não havia diferença na resistência à fratura de dentes com preparo de $1/2$ para $1/4$ da distância intercuspidal. No mesmo ano⁶¹, esses autores estudaram o efeito de restaurações vestibulo-ocluso-lingual na resistência à fratura de molares inferiores. Trabalhando com sessenta dentes extraídos, os resultados do trabalho levaram os autores a concluir que a restauração VOL estreita e rasa era a que tinha o melhor efeito com respeito à resistência à fratura de molares inferiores.

Em 1982, **BELL, SMITH & DEPONT²** propuseram-se a estudar o mecanismo das fraturas que freqüentemente ocorrem em dentes com cavidades tipo MOD. Através de modelos matemáticos e simulações, verificaram como se dava a distribuição de forças em um dente submetido ao carregamento oclusal. Cavidades foram preparadas em dentes extraídos para a verificação da presença de trincas nas paredes da cavidade que aumentariam a predisposição da cúspide à fratura. Os autores demonstraram que o padrão de fratura era o resultado de uma fadiga progressiva, característica de tecidos duros e friáveis, gerando, ao longo de anos, a propagação de trincas que levaria à fratura da cúspide. A falha por fadiga ocorreu pela progressão de trincas que se propagaram sob a ação de forças. Materiais friáveis são particularmente sujeitos a esse processo que, normalmente, se inicia em trincas já existentes, verificadas após o preparo de uma cavidade. Segundo os autores, isso ocorre principalmente quando o tipo de restauração colocada não participa da distribuição das forças oclusais. Deste modo os autores concluíram que, em restaurações convencionais, o amálgama não ajuda distribuir forças aplicadas diretamente na cúspide. Uma restauração de amálgama-adesivo foi sugerida como solução para o problema do enfraquecimento gerado pelo preparo cavitário.

NAVARRO ET AL.⁵⁰, em 1983, estudaram a resistência à fratura de pré-molares submetidos a diversos tipos de preparo cavitário, com e sem a remoção do teto da câmara pulpar. Os resultados demonstraram que quanto maior a

remoção de tecido dentário, menor a resistência à fratura do dente quando submetido ao carregamento ocluso-axial, ressaltando a importância da conservação de estrutura dental.

BLASER ET AL.⁴, em 1983, pesquisaram a influência da largura e profundidade do preparo cavitário e das dimensões da coroa dental na resistência à fratura de pré-molares com preparo tipo MOD. O teste de compressão foi realizado aplicando-se uma força axial, através de um cilindro metálico de 4,76 mm de diâmetro, na superfície oclusal das amostras. Os resultados levaram os autores a concluir que a largura do preparo não era tão importante quanto sua profundidade no que tange à diminuição da resistência, e que dentes maiores tendiam a resistir mais que os menores.

Em 1984, **MORIN, DELONG & DOUGLAS**⁴⁹ avaliaram a capacidade de flexão de cúspides de dentes pré-molares após diferentes tipos de preparo MOD e diferentes técnicas restauradoras, adesivas ou não. Os autores utilizaram-se de fórmulas matemáticas para deduzir uma média relativa de deformação, uma média relativa de dureza e um coeficiente de dureza. Através desses valores, foram comparadas as diferentes situações a que os dentes foram submetidos. Esses cálculos levaram à conclusão de que restaurações adesivas eram as mais indicadas para restaurar a resistência à deformação do dente.

No ano seguinte, **PODSHDLEY ET AL.**⁵⁵, para estudar a técnica incremental de colocação de resina composta, executaram um trabalho que determinava a

qualidade do selamento marginal quando uma resina fotopolimerizável era aderida a uma camada já polimerizada. Amostras foram preparadas utilizando 6 marcas comerciais de compósitos sob avaliação. Após o preparo, as amostras foram submetidas a 1500 ciclos térmicos intercalando-se banhos de 5 e 60°C. Os banhos das ciclagens continham uma solução de fucsina básica a 0,5% para que possíveis problemas na interface das entre as duas porções de resina composta fossem evidenciados no exame microscópico (25X) efetuado em seguida. Nenhuma das amostras estudadas apresentou penetração do corante na interface, suportando portanto a técnica incremental de restauração com compósitos.

Em 1985, **CAVEL, KELSEY & BLANKENAU**⁹ realizaram um levantamento avaliando vários fatores envolvidos na fratura de cúspides. O levantamento foi realizado na clínica da Universidade de Creighton, compreendendo um total de 118 dentes em que pelo menos uma cúspide havia sido fraturada. Esses dentes eram submetidos a inspeção visual e, em seguida, anotadas algumas informações: arco, dente, cúspide, tipo de restauração presente (material restaurador e n.º de faces), largura do istmo do preparo e situação do dente antagonista. Foi realizada, então, uma análise de maneira a determinar a variação de incidência e fatores predisponentes à fratura. Os resultados não indicaram diferença entre arcos; somente na mandíbula houve predominância de molares fraturados. Com exceção dos pré-molares inferiores, os outros dentes

exibiram alta incidência de fratura da cúspide não funcional que, segundo os autores, estaria justificada pelo fato de que esta cúspide recebe mais forças laterais. O levantamento verificou, também, que quanto mais faces envolvidas e quanto mais largo o istmo do preparo, maior foi a incidência de fratura de cúspide.

Em 1985, **CRIM, SWARTZ & PHILLIPS**¹² preocupados com as metodologias de pesquisa utilizadas no estudo de materiais restauradores odontológicos, estudaram 4 diferentes formas de realizar termociclagem para verificar a infiltração marginal. Compararam dois sistemas de ciclagens térmicas. Um que utilizava 4 banhos, a saber: 4 segundos a 60°C, 23 segundos a 37°C, 4 segundos a 12°C e 23 segundos a 37°C. E a outro em que se alternava os banhos a 12°C e 60°C, com um tempo de espera de 30 segundos em cada banho. Além disso compararam também 2 agentes traçadores utilizados para verificação da termociclagem: Cálcio 45 e fucsina básica a 0,5%. Foram utilizados 50 pré-molares humanos extraídos previamente preparados com cavidades classe V e restaurados com resina composta. Essas amostras foram então divididas em 5 grupos, combinando-se os sistemas de ciclos térmicos em estudo com os diferentes traçadores e um grupo controle constituído de armazenamento a temperatura constante em solução de fucsina. Após as ciclagens as amostras foram preparadas de maneira adequada para a verificação

de microinfiltração para cada método utilizado. Os resultados não evidenciaram diferença estatística significativa entre os grupos termociclados.

EAKLE & BRALY¹⁸, em **1985**, conduziram um estudo que testou a significância do arredondamento, ou não, dos ângulos internos dos preparos como fator predisponente à fratura em pré-molares com preparo MOD. Para isso foram executados preparos cavitários tipo MOD, com largura do istmo equivalente a $1/4$ da distância intercuspidal, em quinze pares de pré-molares contralaterais extraídos. Esses eram divididos em dois grupos: um em que o preparo era executado com ângulos arredondados e o outro, não. Embora os modelos fotoelásticos demonstrassem a concentração de tensões ao redor de ângulos não arredondados, os resultados desse trabalho não acusaram diferença estatisticamente significativa entre os preparos. Os autores sugeriram que o ângulo não arredondado tinha um papel maior no enfraquecimento de dentes com preparo com istmo mais largo.

EAKLE¹⁷, em **1985**, verificou se a resina composta, utilizada com um sistema adesivo de esmalte e dentina, era capaz de restituir a resistência de um dente fraturado. Para isso, trinta pré-molares com preparo MOD foram submetidos a um carregamento axial até ocorrer a fratura de uma das cúspides. Para o trabalho, foram selecionadas as amostras cuja fratura fora incompleta, de maneira a permitir a restauração com a utilização do sistema adesivo e resina composta. Trinta dentes preencheram esse requisito e, após a restauração,

foram submetidos novamente ao teste de compressão. As forças necessárias para a primeira e segunda fratura foram comparadas e os resultados mostraram que a força requerida para a segunda fratura era 1/5 da força necessária para a primeira fratura.

Em 1985, **EAKLE**¹⁶ estudou o efeito da utilização de restaurações de resina composta e de cimento de ionômero de vidro na resistência à fratura de pré-molares superiores, submetidos a preparo MOD. Os dentes, após a restauração, foram testados, mecanicamente, por compressão axial em uma máquina universal de testes. Quando comparados os resultados do grupo restaurado com resina composta com os de um grupo controle, deixado sem restaurar, a resina mostrou-se eficaz em aumentar a resistência do dente preparado. Por outro lado, o grupo com cimento de ionômero de vidro não obteve diferença significativa daquele grupo controle.

EAKLE¹⁵, seguindo na linha de pesquisa de resistência à fratura de dentes após o preparo cavitário, em 1986, comparou a habilidade de cinco marcas comerciais de resina composta em aumentar a resistência de pré-molares superiores com preparo MOD. Após os testes mecânicos, foi possível verificar que todas as marcas avaliadas foram capazes de reforçar o dente preparado, comparando-as com um grupo não restaurado. O autor observou que, embora os resultados dos estudos com sistemas adesivos houvessem apresentado bons

resultados, alguns desenvolvimentos ainda seriam necessários para garantir seu desempenho clínico.

GELB, BAROUCH & SIMONSEN²⁶, em 1986, avaliaram o efeito de vários materiais restauradores e o papel da distância intercuspidal na resistência à fratura de pré-molares superiores. Trinta e nove dentes foram divididos em cinco grupos, sendo que um deles não receberia preparo cavitário. Os outros quatro grupos receberam preparo MOD e, enquanto um deles permaneceu sem preparo, os outros foram restaurados utilizando resina composta com e sem condicionamento ácido e amálgama. Os resultados obtidos, a partir dos testes mecânicos, mostraram que só o grupo que utilizou a técnica de condicionamento ácido fora capaz de promover algum reforço ao dente preparado.

EAKLE¹⁴, em 1986, estudou o aumento da resistência à fratura de pré-molares superiores com preparo MOD e restaurados com resina composta. Foram comparadas a utilização de adesivo de esmalte e a utilização de adesivo para esmalte e dentina. Para isso, 48 dentes extraídos foram divididos em três grupos, um para cada técnica a ser analisada e um que foi deixado sem restauração para servir de controle. Após o preparo, os dentes foram submetidos à compressão em uma máquina de teste universal, através de uma esfera de 4,76 mm. Os resultados obtidos demonstraram que só o grupo em que se utilizou o adesivo dentinário fora capaz de aumentar a resistência à fratura dos dentes, quando comparado ao grupo controle.

EAKLE, MAXWELL & BRALY¹⁹, em 1986, realizaram um levantamento na clínica da Universidade da Califórnia investigando os fatores envolvidos na fratura de cúspides. O trabalho incluiu 206 dentes com fraturas completas ou incompletas. Após o exame clínico, dados relevantes como idade, dente, arco, cúspide e tamanho da restauração, que poderiam indicar fatores predisponentes, foram devidamente anotados. O dado mais interessante resultante desse trabalho foi a constatação de que o primeiro molar inferior é o dente que fratura mais freqüentemente e, segundo os autores, isto deve-se ao fato de que ele é, normalmente, o primeiro a ser restaurado e que o ciclo restaurador, uma vez instalado e não controlado, faz com que restaurações cada vez maiores sejam colocadas, predispondo o dente à fratura.

HERRIN³¹, em 1986, através de um relato de caso clínico, propôs uma alternativa estética para dentes posteriores com necessidade de proteção da cúspide de balanceio sem suporte dentinário. Segundo o autor, a utilização de resina composta estaria bem indicada nesses casos.

Também em 1986, **STAMPALIA ET AL.⁶⁹** procuraram determinar o quanto que a resina composta, usada com um sistema adesivo de esmalte, aumentaria a resistência à fratura de pré-molares superiores. Trinta dentes extraídos foram divididos em três grupos: o primeiro não recebeu nenhum tipo de preparo e os outros dois foram submetidos a preparo MOD e restaurados, um com amálgama e o outro com resina composta com adesivo de esmalte. Através de uma barra

cilíndrica de 5 mm de diâmetro, as amostras receberam carregamento oclusal até a fratura. Os resultados não demonstraram diferença entre a restauração com amálgama ou resina composta, levando os autores a concluir que a fratura dental dependia só do remanescente dental e não da restauração. A diferença de seus achados com outros trabalhos da literatura era, segundo os autores, decorrente das diferentes formas em que os testes mecânicos eram executados.

MACKENZIE⁴¹, em 1986, estudou o efeito de restaurações de resina composta, associadas à técnica de condicionamento ácido do esmalte, no reforço de pré-molares superiores submetidos a preparo MOD. Ele utilizou pares de dentes contralaterais, extraídos de um mesmo paciente por indicação ortodôntica, executando preparos de maneira a enfraquecer uma das cúspides e fazer com que as dimensões de cada par fossem as mais próximas possíveis. De cada par, um dos dentes foi restaurado através de condicionamento ácido do esmalte e colocação de resina composta e, o outro, foi deixado como controle sem restauração. Os resultados dos testes mecânicos de compressão indicaram uma recuperação parcial da resistência exercido pela resina sobre o dente enfraquecido.

MCCULLOCK & SMITH⁴³, em 1986, pesquisaram o efeito da contração de polimerização no grau de movimentação de cúspides enfraquecidas, usando vários materiais e técnicas restauradoras. Ao final, o autor constatou que o material que mais gerava flexão das cúspides, durante a presa, era a resina

composta e que, para minimizar esse efeito, dever-se-ia usar uma técnica incremental de colocação do material ou, ainda, lançar-se mão de restaurações mistas de resina e cimento de ionômero de vidro.

Em 1986, como consequência desse mesmo trabalho, **MCCULLOCK & SMITH**⁴⁴ publicaram um outro artigo cujo objetivo era estudar o efeito daquelas restaurações sobre a resistência à fratura. Através de teste de compressão em máquina universal, foi constatado que restaurações de cimento de ionômero de vidro e restaurações de resina composta são capazes de reforçar o remanescente dental enfraquecido pelo preparo, enquanto restaurações de amálgama não.

Em 1986, **VANNOORT & NORTHEAST**⁷³ publicaram um estudo visando esclarecer a utilização dos adesivos dentinários e mudanças que acarretaria nos procedimentos restauradores vigentes na época. Uma das vantagens de sua utilização, segundo os autores, era a possibilidade de maior conservação de estrutura dental e o potencial do material em recuperar a resistência perdida pelo dente após o preparo cavitário.

JOYNT ET AL.³³, em 1987, estudaram o efeito da resina composta com a utilização de condicionamento ácido de esmalte na resistência à fratura de pré-molares estruturalmente comprometidos. A parte experimental contou com 41 dentes extraídos, divididos em cinco grupos. Desses, um foi deixado sem preparo, como controle positivo, e os outros receberam preparo cavitário MOD,

sendo que um foi deixado sem restauração, como controle negativo. Dos grupos restaurados, um foi restaurado com amálgama e os outros dois, com resina composta, sendo um com biselamento das margens e o outro não. A aplicação de forças foi executada com um dispositivo criado pelos autores para permitir que o carregamento fosse dirigido somente à estrutura dental. A primeira conclusão tirada dos resultados foi que o preparo cavitário deixava a estrutura dental remanescente enfraquecida. A segunda foi a de que o dente restaurado era mais resistente que o sem restauração, independente do material ou técnica utilizados, não havendo diferença entre a resina composta e o amálgama.

OLIVEIRA, DENEHY & BOYER⁵¹, em 1987, executaram um trabalho de comparação da resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com diferentes preparos cavitários e métodos de restauração. O trabalho foi dividido em duas partes. Na primeira, sessenta pré-molares foram divididos em cinco grupos, sendo que um grupo, o controle positivo, não recebeu nenhum preparo cavitário. Os outros quatro foram restaurados com materiais e técnicas diversos. Na segunda parte, o trabalho foi repetido, dessa vez com preparos maiores, deixando a estrutura dental mais debilitada e limitando os grupos restaurados a dois, ao invés de quatro. Os resultados levaram os autores a concluir que, em dentes com preparo pequeno, o efeito do material restaurador utilizado exerce uma importância menor que em dentes com preparo mais extenso, e que, sempre que possível, a estrutura dental deve ser preservada.

Ainda em 1987, **GHER ET AL.**²⁷ fizeram um levantamento de cem casos de fratura em 98 pacientes de uma clínica militar. A proposta era verificar os fatores que poderiam estar relacionados com a fratura dental para permitir sua prevenção. Assim, durante dois anos, esses casos foram documentados através de um exame clínico detalhado, fotografias e um questionário em que eram colocados dados pertinentes, como: idade, dente, descrição da fratura, tipo e história da restauração (se fosse o caso), radiografias, sinais e sintomas, diagnóstico preliminar, etc. Dos dados obtidos, os de maior relevância foram que dentes posteriores fraturavam com uma frequência maior que os anteriores e que 92% dos dentes fraturados apresentavam restaurações de amálgama, e a maioria envolvendo várias faces dentais.

WATTS, EL MOWAFY & GRANT⁷⁴, em 1987, estudaram o efeito de restaurações de cavidades tipo classe I com resina composta ou amálgama, enfocando as respostas a carregamentos cêntricos e excêntricos. Para isso, grupos de molares inferiores com cavidades médias de classe I foram restaurados com amálgama e resinas compostas e, posteriormente, submetidos a carregamento oclusal, com diferentes incidências de forças. Dentes hígidos e dentes preparados e não restaurados foram usados como controle. Os resultados mostraram que dentes submetidos a carregamentos excêntricos e restaurados com resina composta eram tão resistentes quanto o dente sem preparo.

No ano seguinte, 1988, **EL-SHERIF ET AL.**²³ avaliaram o efeito da largura do istmo do preparo cavitário na resistência à fratura do remanescente dental em pré-molares restaurados com diferentes tipos de classe II para amálgama. Cem dentes extraídos foram divididos em dez grupos, um mantido sem preparo e os outros preparados com diversos tipos de preparo classe II para amálgama, com diferentes larguras de istmo. Os autores não encontraram diferenças entre preparos de mesma largura, no entanto, houve significante diferença quando se variou a largura do istmo. As conclusões efetuadas pelos autores foram que todos os preparos cavitários testados diminuíam a resistência à fratura na proporção em que se alarga o istmo em relação à distância intercuspidal e que, portanto, sempre que possível, a estrutura dental sadia deve ser conservada.

BULLARD, LEINFELDER & RUSSEL⁷, em 1988, examinaram a relação entre o coeficiente de expansão térmica e a microinfiltração em 6 materiais restauradores de diferentes coeficientes de expansão térmica. Foram incluídos no estudo 60 molares extraídos. Cada um teve uma cavidade classe V, de tamanho padronizado e com as margens todas em esmalte, confeccionada na superfície vestibular e posteriormente restaurada com um dos materiais sendo testados. As amostras foram então termocicladas em uma solução de fucsina básica a 0,5% alternando-se banhos de 1 minuto entre 5 e 55°C. As observações feitas das amostras sugerem uma forte relação entre o coeficiente de expansão

térmica dos materiais restauradores e o grau de microinfiltração das restaurações executadas com os mesmos.

KHERA ET AL.³⁶, em 1988, utilizaram uma técnica de elemento finito de três dimensões para investigar a distribuição de forças em pré-molares hígidos, com preparos com istmo estreito e com istmo largo. Para execução desse trabalho, realizaram-se secções de dentes naturais e artificiais, que foram fotografadas, permitindo a confecção do modelo de elemento finito de três dimensões, levando-se em consideração as propriedades isotrópicas dos tecidos envolvidos (esmalte, dentina, ligamento periodontal, etc.). Os resultados provaram, primeiramente, que os tecidos de suporte não tomavam parte na distribuição de forças da coroa dental. Além disso, o modelo mostrou uma grande concentração de forças nos ângulos vestibulo-proximais e linguo-proximais, sendo que, quanto maior a profundidade da cavidade, maior era a concentração de tensões. Uma outra constatação importante foi a de que, em cavidades conservativas, só forças compressivas estavam presentes, enquanto que, em cavidades largas e profundas, havia forças de tração no assoalho das cavidades e de compressão nas paredes vestibular e lingual, o que aumentava o potencial de fratura.

Em 1989, **REEL & MITCHELL**⁶⁵ avaliaram a resistência à fratura de pré-molares superiores restaurados com resina composta. Técnicas de biselamento de margens associadas a adesivos de esmalte foram comparadas com sistemas

adesivos dentinários e resinas de polimerização química foram comparadas às de fotopolimerização. Setenta dentes extraídos foram utilizados para o estudo, divididos em sete grupos. Desses, seis receberam preparo MOD, de modo a enfraquecer bastante o remanescente dental, e um foi deixado sem preparo como controle positivo. Dos grupos que receberam preparo, um foi deixado sem restauração e os outros foram restaurados com diversas técnicas e materiais. Os testes mecânicos foram realizados através de compressão com uma esfera de 4,7 mm de diâmetro em uma máquina de ensaio universal. Os resultados do trabalho permitiram aos autores concluir que a utilização de restaurações de resina composta, independente das técnicas utilizadas, confere ao remanescente dental o dobro de resistência quando comparado ao dente com preparo e sem restauração, chegando à metade da resistência do dente hígido.

LAGOUVARDOS, SOURAI & DOUVITSAS³⁷, em 1989, divulgaram um levantamento de dois anos, executado na clínica da Universidade de Atenas, em que, para todos os casos de fratura examinados, um questionário era elaborado. O estudo visava a verificar a importância de diversos ~~fatores~~ fatores no potencial de fratura dental. Dados como idade do paciente, vitalidade pulpar, localização da fratura, dente, arco, morfologia do dente e restauração presente eram devidamente anotados. O trabalho mostrou que o preparo cavitário parecia ser o fator mais importante no que diz respeito em aumentar o potencial de fratura de

um dente, sendo verificado que, quanto mais faces envolvidas em um preparo cavitário, maior era a prevalência de fraturas.

REAGAN, SCHWANDT & DUNCANSON JR.⁶⁴, em 1989, avaliaram a resistência à fratura de restaurações MOD largas, com e sem proteção de cúspide, usando restaurações de amálgama retidas a pino. Através dos parâmetros utilizados no estudo, foi possível concluir que dentes com restaurações extensas de amálgama, incluindo proteção de cúspides, são significativamente mais resistentes que dentes com largas restaurações MOD de amálgama. Os carregamentos necessários para fratura dos dentes com proteção de cúspide não foram diferentes daqueles para dentes sem preparo.

Ainda no ano de 1989, **JOYNT ET AL.**³⁴ verificaram o efeito da combinação de cimento de ionômero de vidro e resina composta na resistência à fratura de cúspides em pré-molares superiores. Os dentes extraídos foram submetidos a preparos MOD de maneira a enfraquecer a estrutura remanescente e, posteriormente, restaurados de cinco formas diferentes. Um grupo recebeu restauração de amálgama, três, restaurações mistas de cimento de ionômero de vidro e resina composta e o último, somente resina composta. Após os testes mecânicos de compressão, a avaliação dos resultados levou à conclusão de que não há diferença no efeito reforçador do remanescente dental exercido pelos materiais utilizados. Os autores ainda observaram que, embora houvesse muitas indicações para a utilização do cimento de ionômero de vidro sob a resina

composta, a habilidade de aumentar a resistência à fratura da cúspide não parecia ser uma delas.

LIEBERMAN ET AL.⁴⁰, em 1990, estudaram o efeito da utilização de resina composta fotopolimerizável na resistência das paredes cavitárias submetidas a carregamentos oclusais, comparadas com restaurações de amálgama. Trinta pré-molares foram utilizados nesse estudo, todos receberam um preparo MOD e foram divididos em três grupos: um que não foi restaurado, outro, restaurado com amálgama e o último, com resina composta. O teste mecânico foi executado através da aplicação de força vertical, em uma cúspide de cada vez, sendo, primeiro, na vestibular e, depois, na lingual. Os resultados mostraram que os dentes não restaurados foram significativamente menos resistentes que os restaurados e que, dentre estes, os dentes com resina composta foram os que mais reforçaram a estrutura dental remanescente.

HANSEN & ASMUSSEN²⁹, em 1990, realizaram um estudo retrospectivo a fim de aprofundar os conhecimentos a respeito de fraturas de dentes tratados endodonticamente e restaurados com resina composta. Todos os dentes estudados possuíam uma restauração MO/OD ou MOD de resina composta sem proteção de cúspide. Foi observado que a técnica de condicionamento ácido poderia ser uma melhor opção que o amálgama para restauração de dentes tratados endodonticamente, especialmente com cavidades MOD.

Em 1990, **JAGADISH & YOGESH**³² fizeram uma comparação da resistência à fratura de pré-molares superiores com preparos ocluso proximais e restaurados com resina composta, cimento de ionômero de vidro reforçado com prata (cermet) ou amálgama. Quarenta dentes extraídos, isentos de trincas ou sinais de desmineralização, foram divididos em cinco grupos, um para cada material a ser testado, um mantido sem restauração e o último que não recebeu preparo cavitário. As conclusões tiradas da análise comparativa dos resultados foram que o preparo cavitário enfraquecia o dente e que o amálgama não aumentava a resistência do dente preparado - fato atribuído à incapacidade do material em aderir às paredes cavitárias. Por outro lado, os resultados sugeriram uma grande aplicação da resina composta e do cermet como reforçadores da estrutura dental.

No mesmo ano, **PURK ET AL.**⁵⁶ testaram a resistência da crista marginal de dentes com restaurações classe I (com 1 mm de crista marginal) e classe II, de amálgama ou resina composta. Cem pré-molares superiores, sem sinais de desmineralização ou trincas, foram separados em quatro grupos: dois receberam preparos cavitários classe I, com somente 1 mm de crista marginal, os outros dois receberam preparos ocluso-proximal. Para o teste mecânico foi confeccionado um dispositivo metálico em forma de um pré-molar inferior que, acoplado à máquina universal de teste, exercia a força na área da crista marginal das amostras. Os resultados não demonstraram haver diferença estatisticamente

significante entre os materiais restauradores, sendo o tipo de preparo mais importante nesse aspecto.

Ainda em 1990, **PURK ET AL.**⁵⁷, seguindo a mesma linha de pesquisa, investigaram o efeito de várias técnicas de restauração com resina composta, nas mesmas condições do trabalho anterior. Desse segundo trabalho, os autores comprovaram que não era necessário estender uma classe I com crista marginal de 1 mm pois não houvera diferença de resistência entre restaurações classe I de resina composta e restaurações classe II de amálgama. Os autores concluíram, portanto, que a resina composta desempenhava um papel ativo no aumento da resistência de dentes enfraquecidos pelo preparo cavitário.

KHERA ET AL.³⁵, em 1990, buscaram na anatomia das cúspides algum fator morfológico que pudesse determinar um maior risco à fratura. Com exceção do primeiro pré-molar inferior, todos os outros dentes posteriores foram estudados. Para cada tipo de dente, cinco amostras foram montadas em uma base acrílica, seccionadas e estudadas através de microscopia de transiluminação. Os fatores morfológicos estudados foram: largura das cúspides vestibular e lingual, espessura do esmalte, angulação das cúspides vestibular e lingual e ângulo formado pela junção amelodentinária. Os resultados mostraram uma forte ligação entre a angulação das cúspides e a suscetibilidade à fratura e a espessura de esmalte também pareceu ter um papel importante, principalmente em dentes maiores (molares). Os autores observaram, por fim, que essas

diferenças verificadas, na verdade, têm pouca significância, pois o dente hígido raramente fratura independente delas

GOEL, KHERA & SINGH²⁸, em 1990, através de um modelo finito de três dimensões de um molar inferior, analisaram as tensões geradas no esmalte e na dentina pelos esforços mastigatórios. Os autores observaram uma dramática variação regional na magnitude e característica das diferentes tensões causadas pelas forças mastigatórias. Apesar de terem sido organicamente aderidos, esmalte e dentina responderam de maneira independente. A mais importante implicação que pôde ser retirada dessas observações foi que, embora dentina e esmalte fossem colocados como tecidos que suportavam um ao outro, eles reagem de maneira diferente às forças neles aplicadas, havendo, inclusive, variações de resposta de acordo com a região. Portanto, o desenho do preparo cavitário deveria incorporar características que levassem em consideração essas variações, limitando as forças em áreas sujeitas a altas tensões e dispersando tensões inevitáveis em áreas mais frágeis.

BURKE⁸, em 1992, publicou uma extensa revisão de literatura a respeito de fraturas dentais, descrevendo trabalhos *in vitro* e *in vivo*. Uma das conclusões foi que, mais importante que contatos excessivos, tratamentos endodônticos e morfologia oclusal, o tipo de preparo cavitário (extensão e desenho) seria o fator etiológico mais apontado pela maioria dos trabalhos estudados, podendo ser responsável por uma menor ou maior predisposição à fratura dental. No tocante à

relação do material restaurador utilizado e reforço do remanescente, o autor coloca o que é quase consenso entre os trabalhos, que materiais adesivos seriam a opção para o aumento da resistência à fratura de dentes enfraquecidos pelo preparo cavitário.

Em 1992, **EAKLE, STANINEC & LACY**²⁰ verificaram a habilidade da técnica de amálgama-adesivo em aumentar a resistência à fratura de pré-molares superiores com preparos MOD. Quatorze pares de dentes contralaterais, extraídos do mesmo paciente, receberam preparo cavitário tipo MOD e foram separados em dois grupos: um, restaurado com a técnica convencional de amálgama e o outro, com uma técnica de amálgama adesivo. Após o teste mecânico, foi possível ao autor concluir que a técnica adesiva era mais eficiente em reforçar o remanescente dental após o preparo.

EL-MOWAFY²², em 1993, estudou o efeito do tipo de preparo e da restauração com amálgama sobre a resistência e o padrão de fratura de pré-molares superiores. Quarenta dentes extraídos foram separados em cinco grupos: o primeiro não recebeu nenhum preparo, o segundo e o terceiro receberam preparo MOD, sendo um restaurado com amálgama e o outro não; o quarto e o quinto grupo foram preparados com cavidades tipo "slot vertical", um deles recebendo restauração de amálgama e o outro deixado sem restauração. Os resultados não demonstraram haver diferenças entre os grupos estudados, com relação à resistência à fratura. No entanto, foi verificado que os grupos com

preparo MOD apresentavam fraturas mais severas. Como conclusão pôde-se verificar, mais uma vez, que restaurações convencionais de amálgama não participam da distribuição de forças aplicadas à superfície oclusal.

BOYER & ROTH⁶, em 1994, estudaram o efeito da largura do istmo do preparo cavitário e da técnica restauradora na resistência à fratura de molares. Foram avaliadas duas técnicas restauradoras - amálgama-adesivo e resina composta - utilizando diferentes marcas comerciais. A primeira constatação do trabalho foi a de que o grupo controle, sem preparo cavitário, foi mais resistente que todos os grupos estudados. Em linhas gerais, observaram-se melhores resultados com os materiais que apresentavam melhor adesão ao substrato dentinário, podendo a mesma técnica apresentar diversos resultados de acordo com as propriedades adesivas do material utilizado. Embora os agentes adesivos tivessem demonstrado a capacidade de aumentar a resistência à fratura dos dentes estudados, nenhum foi capaz de recuperar a resistência correspondente ao dente não preparado.

HERNANDEZ ET AL.³⁰, em 1994, estudaram a resistência à fratura de pré-molares com preparo MOD e submetidos à tratamento endodôntico. Materiais e técnicas restauradores foram testados a fim de se verificarem comparativamente os resultados de reforço do remanescente dental. Sessenta dentes extraídos foram submetidos a tratamento endodôntico e preparo MOD, posteriormente separados em seis grupos de acordo com a restauração que receberiam. Foram

testados vários sistemas adesivos associados a resinas compostas e um sistema utilizado para restauração de amálgama-adesivo. Os melhores resultados foram obtidos com os grupos com os novos sistemas adesivos que, segundo os autores, apresentam uma grande força de adesão, relacionada à habilidade de produzir íntima retenção micromecânica e não à formação de macro retenções.

Em 1994, **SANTOS & MEIERS**⁶⁷ compararam a resistência à fratura de pré-molares submetidos a preparo MOD e restaurados com amálgama convencional (verniz+amálgama) e com amálgama-adesivo. Também foram estudados os efeitos da termociclagem e do envelhecimento (67 dias). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos e não houve interação entre os fatores estudados. Ao contrário do que já fora observado em outros estudos, os autores não verificaram um aumento de resistência com a utilização do amálgama-adesivo. A responsabilidade, ainda segundo os autores, era da ligação entre o amálgama e a resina, considerado o elo fraco do sistema.

EM EHRNFORD & FRANSSON²⁴, em 1994, compararam a resistência à fratura compressiva de cristas marginais de preparos cavitários tipo "túnel", restaurados com resina composta ou cermet. Doze pré-molares receberam preparos tipo "túnel" na mesial e distal, sendo removida toda a dentina sob a crista marginal. Os 24 preparos foram separados em quatro grupos, segundo o material restaurador: cermet, resina composta híbrida, resina composta com quantidade adicional de carga e, um último grupo, deixado sem restauração para

controle. O teste mecânico foi executado através de compressão vertical sobre as cristas marginais dos dentes utilizados como amostra. Os resultados mostraram que o cermet não foi capaz de reforçar a crista marginal deixada sem suporte dentinário, ao passo que, nos dois grupos em que resinas compostas foram utilizadas como material restaurador houve um aumento de 62%, quando comparados ao grupo sem restauração. A explicação dada pelos autores foi que as propriedades mecânicas das resinas compostas aliadas à força de adesão ao esmalte faziam com que a crista marginal atuasse como uma “megapartícula” localizada na região mais sensível ao desgaste.

RODRIGUES FILHO⁶⁶, em 1994, pesquisou a resistência à fratura de pré-molares e molares com restaurações MOD atípicas de amálgama, resina composta, resina composta e amálgama, cimento de ionômero de vidro e amálgama, cimento de ionômero de vidro e resina composta. Os testes mecânicos foram conduzidos com a direção do carregamento formando um ângulo de 30 graus com o longo eixo do dente. Os resultados permitiram que concluísse que a resina composta fora o material que resultara em maior resistência, tanto em molares quanto em pré-molares.

No ano seguinte, 1995, **CORADAZZI ET AL.¹⁰** estudaram *in vitro* a resistência à fratura de pré-molares despolpados, restaurados com diferentes materiais, em relação à ciclagem térmica e ao tempo. Cento e doze dentes extraídos receberam preparos MOD com remoção do teto da cavidade pulpar. Os

dentes foram separados em quatro grupos de acordo com a restauração: amálgama e verniz, resina composta e sistema adesivo, amálgama-adesivo e um grupo sem restauração. O grupo em que foram utilizados amálgama e verniz não teve a resistência do dente preparado aumentada. Os grupos que utilizaram sistemas adesivos reforçaram o remanescente dental, sendo que o grupo de amálgama-adesivo foi o mais eficiente para esse fim.

Em 1995, **MICHAILESCO ET AL.**⁴⁵ preocupados com uma padronização dos testes que utilizam termociclagem, registraram em 3 pacientes as mudanças térmicas que ocorrem no meio oral durante uma refeição. Os registros foram feitos com termo-sensores em 3 lugares diferentes, um em cada paciente: (1) na base de uma cavidade, no dente 45, restaurada com amálgama de prata, (2) na face vestibular de uma restauração de amálgama no dente 46 e (3) no canal do dente 47, restaurado com amálgama. Para os três pacientes foi oferecida a mesma refeição constituída de bebida gelada (6°C), salada de tomates (5°C), filé com fritas e café (69°C) e também se colocou uma pedra de gelo em contato com o dente em estudo. Os registros mostraram variações de temperatura de 4,1°C a 48,4°C. Para os grupos 1,2 e 3, as variações foram respectivamente da ordem de 29,6°C, 27,1°C e 11,8°C.

SECCO⁶⁸, em 1995, analisou a influência do cimentos de ionômero de vidro convencional e híbrido e da resina composta na sustentação do esmalte sem suporte dentinário, verificando os efeitos sobre a rigidez, deflexão e

resistência à fratura das cúspides dos dentes restaurados. Os resultados do trabalho mostraram que a resina composta e o cimento de ionômero de vidro modificado por resina eram capazes de aumentar a rigidez das cúspides de dentes submetidos a preparos classe II com remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal. Entretanto, o aumento da resistência à fratura não demonstrou significância estatística.

Em 1996, **YAP, STOKES & PEARSON**⁷⁵ compararam a efetividade de 2 sistemas adesivos em prevenir a microinfiltração, verificando o efeito do armazenamento e de ciclagens térmicas e mecânicas no padrão da microinfiltração. Foram escolhidos para o experimento 60 molares hígidos extraídos. Os dentes foram preparados com cavidades classe II planejadas de maneira a enfraquecer o remanescente dental e então restauradas com 2 sistemas adesivos diferentes e submetidos a diferentes condições de desafios térmicos e mecânicos. Após a avaliação de penetração de corante nas amostras, os resultados demonstraram que, de maneira geral há um decréscimo na capacidade dos sistemas adesivos resinosos de prevenir microinfiltração após os desafios a que foram submetidos.

BONILLA & WHITE⁵, em 1996 avaliaram a resistência à fadiga de um agente adesivo para amálgama. Em 80 pré-molares humanos extraídos foram preparadas cavidades MOD padronizadas. Os preparos foram tratados ou com verniz cavitário à base de copal ou com um sistema adesivo e então restauradas

com amálgama. Estes grupos de tratamentos diferentes foram então divididos novamente em 3 grupos segundo o armazenamento: 24 horas de armazenamento a 37°C, 500 dias de armazenamento a 37°C e 1500 ciclos térmicos intercalando-se banhos de 5 e 55°C. As amostras foram então submetidas a um teste de resistência à fratura executado através de carregamentos cíclicos. Os achados desses autores têm como importante verificação que, apesar da restauração adesiva apresentar uma recuperação da resistência perdida pelo dente no preparo, esse efeito é transitório sujeito a condições de *stress* térmico e mecânico.

PILO ET AL.⁵⁴, em 1996, avaliaram a influência do armazenamento por tempo prolongado em água na durabilidade da resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos unidos a amálgama recém condensado. Quatro sistemas adesivos foram estudados, para cada um, 60 amostras foram preparadas na forma de um cilindro composto de duas partes iguais de amálgama e compósito, com uma fina camada de adesivo colocada entre elas. As amostras foram divididas em 3 grupos e imersos em solução salina a 37°C por 48 horas, 3 meses ou 6 meses. Após o período de imersão, as amostras foram termocicladas (500 ciclos de 5 e 55°C, com 20 s de duração em cada banho) e submetidas ao teste de resistência ao cisalhamento. Os resultados levaram os autores a concluir que a incubação em solução salina por longo tempo deveria ser um procedimento

padrão ao se avaliar a união de sistemas adesivos ao amálgama recém condensado.

No mesmo ano, **OLIVEIRA, COCHRAN & MOORE**⁵² estudaram o efeito de uma técnica de *amálgama-adesivo* na resistência à fratura de pré-molares superiores. Para isso 140 dentes extraídos foram preparados com cavidades MOD planejadas proporcionalmente para cada dente de maneira a minimizar a variação dos resultados causada pelos diferentes tamanhos de dentes. Os dentes foram divididos em 6 grupos: um em que os dentes permaneceram sem preparo cavitário, e 5 em que após o preparo cavitário os dentes foram restaurados com amálgama. Em cada grupo restaurado foi usado um tipo de *liner*, sendo 4 sistemas adesivos e o quinto, como controle negativo, verniz à base de copal. Após a restauração os dentes foram submetidos a 2500 ciclos térmicos entre 8 e 48°C com uma duração de 30 segundos em cada banho. As amostras foram então submetidas a uma força de compressão aplicada por uma máquina universal de testes através de uma ponta metálica cilíndrica que durante o teste mantinha contato somente com as vertentes das cúspides. Entretanto, diferente de outros trabalhos, neste as amostras passaram por um processo de fadiga mecânica antes de ser aplicada o carregamento para a fratura, numa tentativa de simular forças que ocorrem na cavidade oral. Com os resultados, os autores concluem que os desenhos proporcionais das cavidades e o pré-carregamento para simular as forças do meio bucal são metodologias úteis para

o estudo da resistência à fratura de dentes restaurados. Neste trabalho apenas 2 dos sistemas adesivos utilizados apresentaram superioridade estatística ao grupo controle negativo, com verniz de copal. Os autores concluíram o trabalho observando que a maioria das falhas observadas foram na interface dente/amálgama, indicando uma necessidade de desenvolver ainda mais os sistemas de união utilizados para a técnica de *amálgama-adesivo*.

Em 1997, **MAY, SWIFT & BAYNE**⁴² estudaram *in vitro* a resistência ao cisalhamento de um novo sistema adesivo que contém um *primer* aquoso. Dois outros sistemas adesivos (Scotchbond MP e OptiBond FL) foram incluídos no estudo para comparação. Oitenta dentes bovinos foram obtidos, embutidos em acrílico e polidos. Aleatoriamente dividiu-se os dentes em 8 grupos de acordo com o tratamento a que estes seriam submetidos. Resina composta foi colocada em cápsulas de gelatina e então unida à dentina usando-se 3 diferentes sistemas adesivos. Cada sistema era usado conforme as instruções dos fabricantes. As amostras foram armazenadas em água por 24 horas, quando então foram realizados os testes de resistência a tensão e ao cisalhamento numa máquina universal de testes. Os resultados mostraram forças de cisalhamento bastante significativas, da ordem de 16,4 a 22,5 MPa.

AUSIELLO ET AL.¹, em 1997, investigaram a resistência à fratura de cúspides de dentes tratados endodonticamente restaurados adesivamente com vários materiais. Para isso, nos 72 pré-molares superiores extraídos foram

executados tratamentos endodônticos e cavidades MOD preparadas. As cavidades foram então restauradas com diversas combinações de compósitos e cimentos de ionômero de vidro, amalgama e sistemas adesivos e compósitos com seus respectivos sistemas adesivos. Após as restaurações as amostras passaram por um teste de resistência a compressão numa máquina universal de testes. Os resultados obtidos variaram muito com relação a recuperação da resistência do dente preparado, mas em todos os casos que foi executada uma restauração adesiva a resistência foi significativamente maior que o grupo de dentes preparado e não restaurado.

No mesmo ano, **RAMOS & PERDIGÃO**⁵⁸ compararam a habilidade de alguns sistemas aderir o amálgama à dentina. Foram testados 5 sistemas de adesivo dentinário multi-frascos, 2 sistemas adesivos de frasco único e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina. Foram utilizados 80 molares extraídos e livres de cáries e restaurações. As coroas destes dentes foram cortadas pela metade expondo assim a dentina onde, através dos 9 sistemas testados, foi aderido o amálgama. Após 500 ciclos térmicos de 5 e 55°C as amostras foram avaliadas com relação à resistência ao cisalhamento. Os resultados obtidos levaram os autores a concluir que o amálgama pode ser aderido com sucesso à estrutura dental, seja usando sistemas adesivos de frasco único ou múltiplo.

Em 1998, PILO, BROSH & CHWEIDAN⁵³ estudaram a efetividade de vários sistemas adesivos, utilizados para aderir amálgama, na recuperação da resistência. Para esse estudo os autores adotaram uma metodologia não destrutiva, usando medidores de tensão colados no terço médio da superfície lingual de 40 pré-molares superiores extraídos. Com essa metodologia foi possível aferir a deformação resultante do carregamento efetuado sobre as amostras em três estágios diferentes: antes do preparo cavitário, após o preparo cavitário e após a restauração. Todos os dentes foram preparados com cavidades MOD padronizadas, com paredes paralelas e sem degraus proximais na parede pulpar. Os dentes foram então divididos em 5 grupos de 8 dentes onde a variável era o tratamento restaurador a que eram submetidos: o grupo 1, usado como controle, foi restaurado com a técnica convencional de amálgama. Os grupos 2 ao 5 foram restaurados com a técnica de *amálgama-adesivo* utilizando os seguintes adesivos: Amalgabond Plus, Scotchbond MP Plus, High-Q Bond Plus, All-Bond 2 + Resinomer. Os resultados encontrados demonstraram que a técnica de amálgama convencional produz um aumento desprezível na resistência das cúspides. Os sistemas adesivos por outro lado, mantêm as cúspides unidas diminuindo assim a flexão cuspidal e aumentando portanto os valores de resistência relativa. Assumindo que a fratura de cúspide é o resultante da fadiga do tecido dental friável através da propagação de trincas sob carregamentos sucessivos, os autores concluem que, a técnica de *amálgama-*

adesivo contribui para o reforço da estrutura dental após o preparo cavitário, ressaltando somente que é necessário que novos estudos demonstrem a durabilidade da técnica através de testes específicos de avaliação a longo prazo.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência de duas técnicas restauradoras adesivas e de ciclagens térmicas na resistência à fratura de pré-molares superiores com preparos cavitários MOD sem caixas proximais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - MATERIAL

Os materiais utilizados para os procedimentos restauradores foram:

- Resina Composta: Z100, 3M®
- Amálgama de alto conteúdo de cobre e liga tipo mistura, de fase dispersa: Permite C, SDI®
- Sistema Adesivo: Scotchbond MP Plus, 3M®

4.2 - OBTENÇÃO E PREPARO INICIAL DAS AMOSTRAS

Para a realização deste trabalho foram utilizados dentes pré-molares superiores humanos que, após a extração, foram limpos removendo-se depósitos minerais e tecidos moles aderidos através de raspagem com instrumentos periodontais. Subseqüente a limpeza estes foram armazenados em solução neutra de formol a 2% à temperatura ambiente.

Conforme a obtenção dos dentes, estes foram selecionados através de exame sob lupa (4x) para detecção de trincas, fraturas ou desmineralizações do esmalte que podem interferir no resultado final do trabalho. Além disso foram desprezados os dentes cuja cúspide lingual era muito menor que a vestibular, o que não permitiria a realização dos testes de fratura. Assim foram separados 80 dentes íntegros e livres de trincas ou manchas para servirem de amostras no trabalho.

Estando selecionados os dentes, fez-se uma avaliação visual das dimensões de suas coroas, separando-os em três grupos: pequenos, médios e grandes. Posteriormente estes foram divididos aleatoriamente em oito grupos de dez dentes, de maneira que cada grupo experimental tinha o mesmo número de dentes da mesma classificação de tamanho.

Os dentes dos grupos 1 e 2 não receberam preparo. Nos grupos 3 e 4 os dentes receberam o preparo e não foram restaurados. Os dentes dos grupos 5 ao 8 receberam o preparo e foram restaurados conforme descrito na tabela 4.1 assim como os grupos que foram submetidos às ciclagens térmicas.

Tabela 4.1 - Divisão dos grupos experimentais segundo tipo de preparo, restauração e tratamento.

Grupo	Preparo	Restauração	Termociclagem
1	não	não	não
2	não	não	sim
3	sim	não	não
4	sim	não	sim
5	sim	<i>Amálgama-adesivo</i>	não
6	sim	<i>Amálgama-adesivo</i>	sim
7	sim	Resina com Adesivo Dentinário	não
8	sim	Resina com Adesivo Dentinário	sim

Cada dente teve então sua raiz embutida verticalmente, até cerca de 1 a 2 mm aquém da junção amelo-cementária, em resina acrílica ativada quimicamente contida em tubo de PVC com 25 mm de altura e 25 mm de diâmetro. Em seguida estes foram devidamente identificados e armazenados em água destilada à temperatura ambiente.

4.3 - PREPARO CAVITÁRIO

Nos dentes dos grupos 3 a 8 os dentes receberam um preparo MOD, sem caixas proximais e com o assoalho plano, de largura correspondente a 1/4 da distância intercuspidal e de profundidade correspondente a 3/4 da altura da coroa dental, sendo que os dos grupos 3 e 4 não foram restaurados e os grupos de 5 a 8 foram restaurados conforme descrito na tabela 4.1.

Os preparos foram confeccionados com pontas diamantadas cilíndricas FG 3100*, montadas em uma caneta de alta rotação* sob refrigeração ar-água.

Para a execução dos preparos foi utilizado um dispositivo (figura 4.1) feito a partir de um microscópio óptico, onde os cilindros contendo os dentes foram fixados na plataforma e a caneta de alta rotação fixada no suporte da objetiva do mecanismo do microscópio, de tal forma que as dimensões vestibulo-lingual e méσιο-distal puderam ser determinadas por meio de movimentos lineares da plataforma, controlados pelos *charriots* e a profundidade do preparo pôde ser

* KG Sorensen®

* Dabi Atlante®

controlada pelo parafuso micrométrico do microscópio que definia a posição da caneta de alta rotação em relação à mesa.

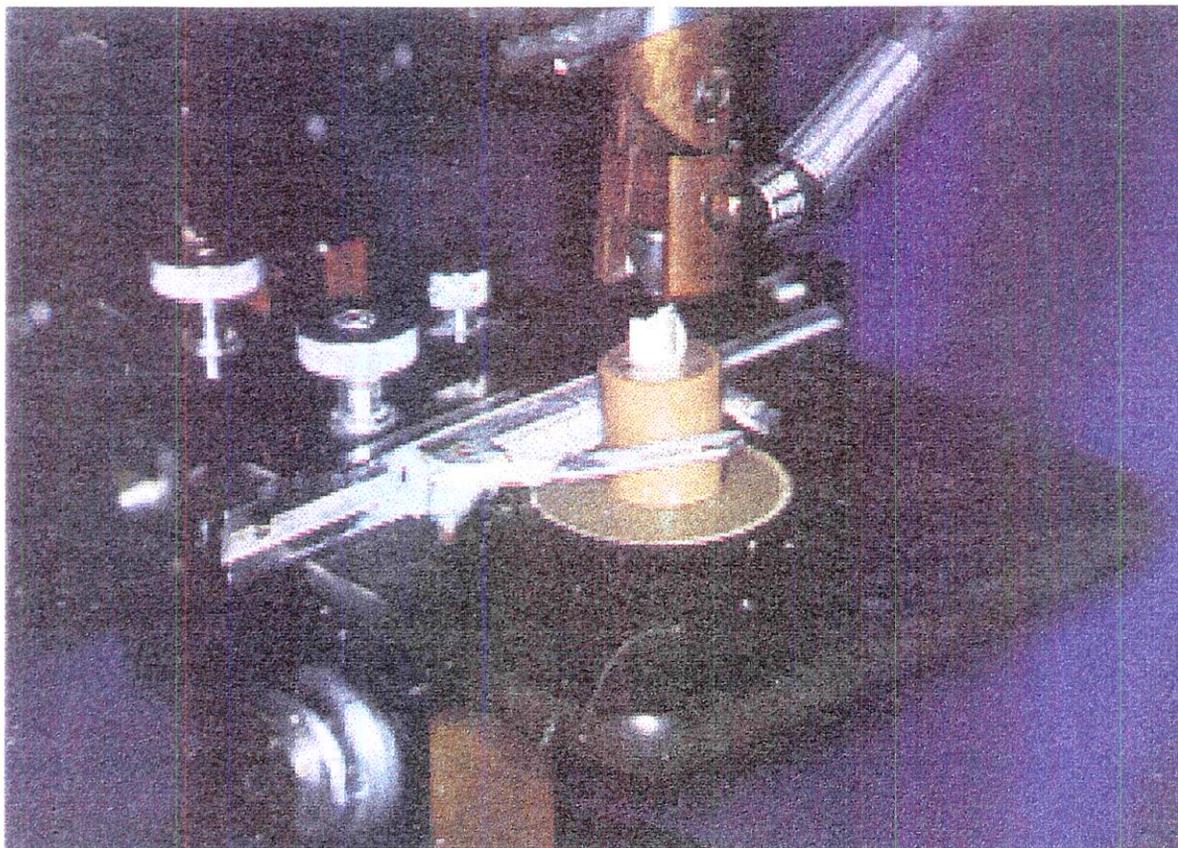
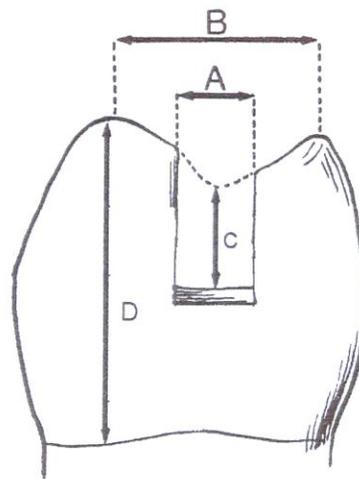


Figura 4.1 - Dispositivo utilizado para a confecção dos preparos cavitários

As dimensões dos preparos foram individualizadas para cada dente de acordo com as dimensões deste, que foram aferidas com um paquímetro[▼], sendo que a largura em todos os grupos foi equivalente a 1/4 da distância intercuspidal e a profundidade foi de 3/4 da altura cérvico-oclusal da coroa. Na figura 4.2 está representado esquematicamente o preparo.

▼ Mitutoyo®



$$A = 1/4 B \text{ e } C = 3/4 D$$

Figura 4.2 - Esquema representativo do preparo cavitário

4.4 - PROCEDIMENTOS RESTAURADORES

Terminados os preparos estes foram lavados com água e o excesso de água removido para que se pudesse observar as condições finais do dente preparado. A seguir foi iniciada a fase de restauração dos grupos 5 a 8 utilizando os materiais e técnicas adequados a cada grupo conforme indicado na tabela 4.1.

Previamente à inserção da restauração na cavidade, uma tira matriz de aço foi colocada no dente em porta matriz tipo *toffemire*. Todos os materiais foram manipulados segundo as especificações do fabricante (Anexo I) e, após restauradas, as amostras correspondentes aos grupos 1, 3, 5 e 7 voltaram a ser armazenadas em água destilada à temperatura ambiente. As amostras dos grupos 2, 4, 6 e 8 foram nesse momento submetidos à termociclagem

4.5 - CICLAGEM TÉRMICA

As amostras correspondentes aos grupos 2, 4, 6 e 8 foram acondicionadas separadamente em 4 pequenos sacos feitos com um tecido tipo tela (filó) e então submetidos à ciclagem térmica para estudar-se comparativamente a ação deste procedimento no possível efeito reforçador exercido pelas técnicas restauradoras adesivas utilizadas no trabalho. Para isso utilizou-se uma máquina[†] com 1500 W de potência.

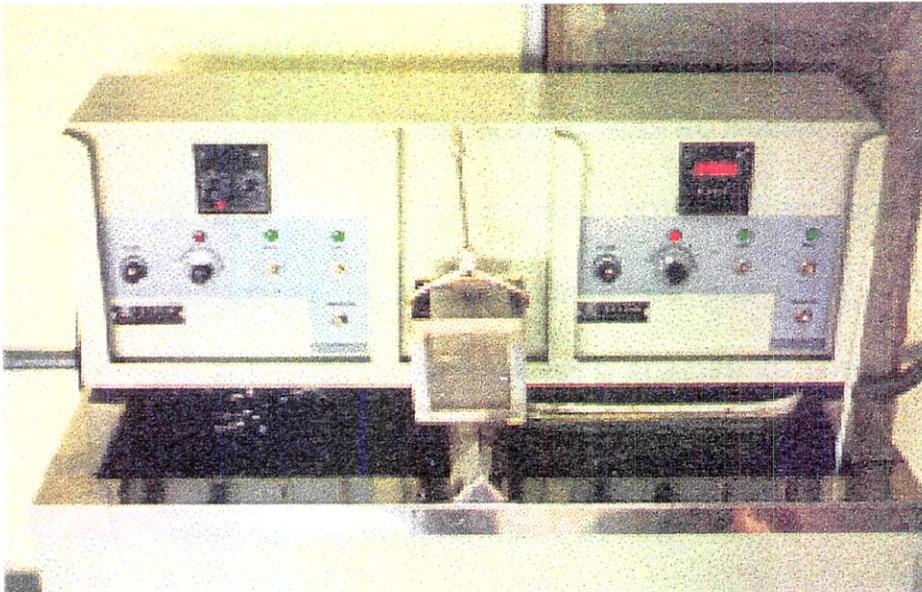


Figura 4.3 – Máquina de Termociclagem

A máquina (figura 4.3) consiste em duas cubas posicionadas lado a lado, uma, do lado esquerdo, para o banho quente e outra, do lado direito, para o banho frio. Cada uma das cubas possui um painel que permite a regulagem da temperatura do banho e do tempo a que as amostras ficam dentro dele. No painel

[†] Ética Equipamentos Científicos S.A. - São Paulo, modelo 521 TC, nº 0530, série 97

do lado direito faz-se também a programação do número de ciclos que serão executados.

Após a regulagem da máquina para as temperaturas, tempos e número de ciclos a que as amostras seriam submetidas, estas foram colocadas na cesta que fica entre as cubas e que, através de um braço mecânico, é levada alternadamente de uma para outra.

Assim, após 3 dias, foram realizados 2000 ciclos térmicos, alternando-se temperaturas de 55 e 5 °C, com 1 minuto de duração em cada banho.

4.6 - PREPARO DAS AMOSTRAS PARA O TESTE DE FRATURA

Antes da execução dos testes de fratura foi necessário confeccionar um pequeno nicho nas vertentes das cúspides vestibular e lingual das amostras, de modo a permitir a estabilidade do mecanismo utilizado para o teste de compressão.

Com essa finalidade utilizou-se uma ponta diamantada FG 3018* em uma caneta de alta rotação[†]. A ponta foi colocada em contato com as vertentes das cúspides o mais centralmente possível, e o nicho confeccionado de maneira a fazer com que uma esfera de aço ficasse mantida em posição durante o teste de compressão e somente tivesse contato com as vertentes das cúspides (figura

[†] Kg SORENSEN®

[†] Dabi Atlante®

4.3), evitando o contato com as margens da cavidade (grupos 3 e 4) ou com o material restaurador (grupos 5 a 8).

4.7 - ENSAIO MECÂNICO

Os testes de resistência à fratura foram executados em uma máquina universal de ensaios (INSTRON - mod. 4411 - H4188, capacidade 5 kN - Made in England). Os tubos de PVC contendo as amostras foram posicionados na base da máquina, uma esfera de aço de 4,5 mm de diâmetro foi colocada sobre o nicho previamente preparado (figura 4.3) e sobre essa esfera fez-se a aplicação de carregamento axial a uma velocidade de 0,5 mm/min até a fratura do dente. Os valores do carregamento no momento da fratura de cada amostra foram tabulados para posterior análise estatística e estão apresentados juntamente com esta no próximo capítulo.

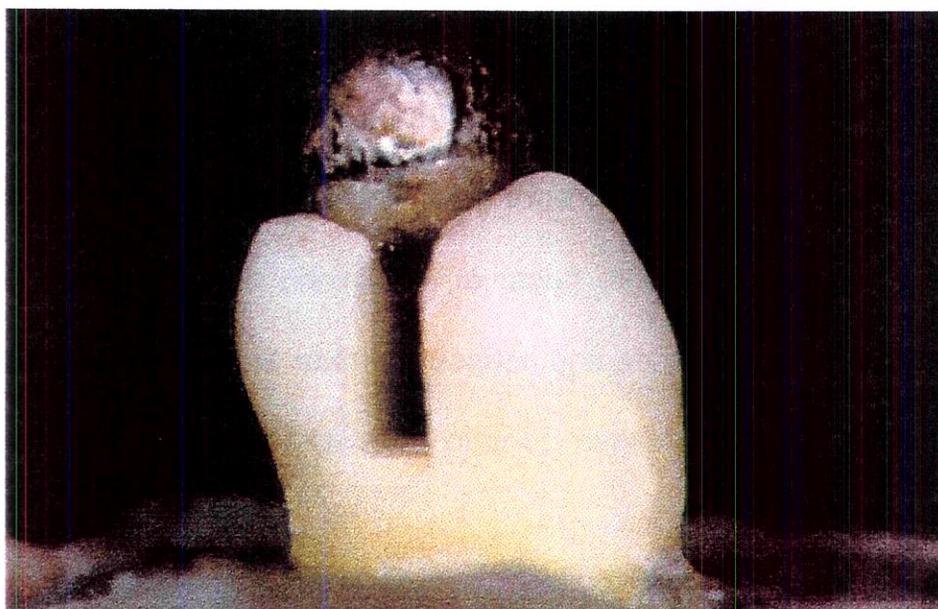


Figura 4.4 - Esfera de aço posicionada para a realização do teste

5. RESULTADOS

A tabela 5.1 apresenta os valores médios dos dados originais (Anexo II) dos carregamentos requeridos para a fratura dos dentes dos diferentes grupos. Estes dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), tabela 5.2, que detectou diferenças entre grupos. As médias foram submetidas ao teste de t de Student (Anexo III), onde pôde-se realizar a comparação individual dos resultados (tabela 5.3).

Tabela 5.1 - Valores médios do carregamento (em kgf) requerido para fratura das amostras, por grupo.

Grupos	1	2	3	4	5	6	7	8
Médias	208,04	200,9	66,28	67,9	168,20	118,44	202,66	172,02
DP	17,51	12,37	16,13	17,60	18,48	12,71	18,32	13,14

Tabela 5.2 - Resultados da Análise de Variância

	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	7	242908,855	34701,265	136,01*
Repetições	72	18370,404	255,145	
Total	79	261279,259		

*p < 0,0001

Coefficiente de variação = 10,61

Tabela 5.3 - Comparação individual dos resultados obtidos pelo teste t de Student

Grupo	Médias (kg)	Teste t de Student *
1	208,04	a
7	202,66	a
2	200,9	a
5	168,199	b
8	172,02	b
6	118,436	c
3	66,283	d
4	67,903	d

p < 0,01%

* Letras iguais indicam grupos sem diferença estatisticamente significativa.

Estes dados permitiram a confecção do figura 5.1, onde ficam evidenciadas, através das cores e padrões, as diferenças estatisticamente significantes entre os tratamentos.

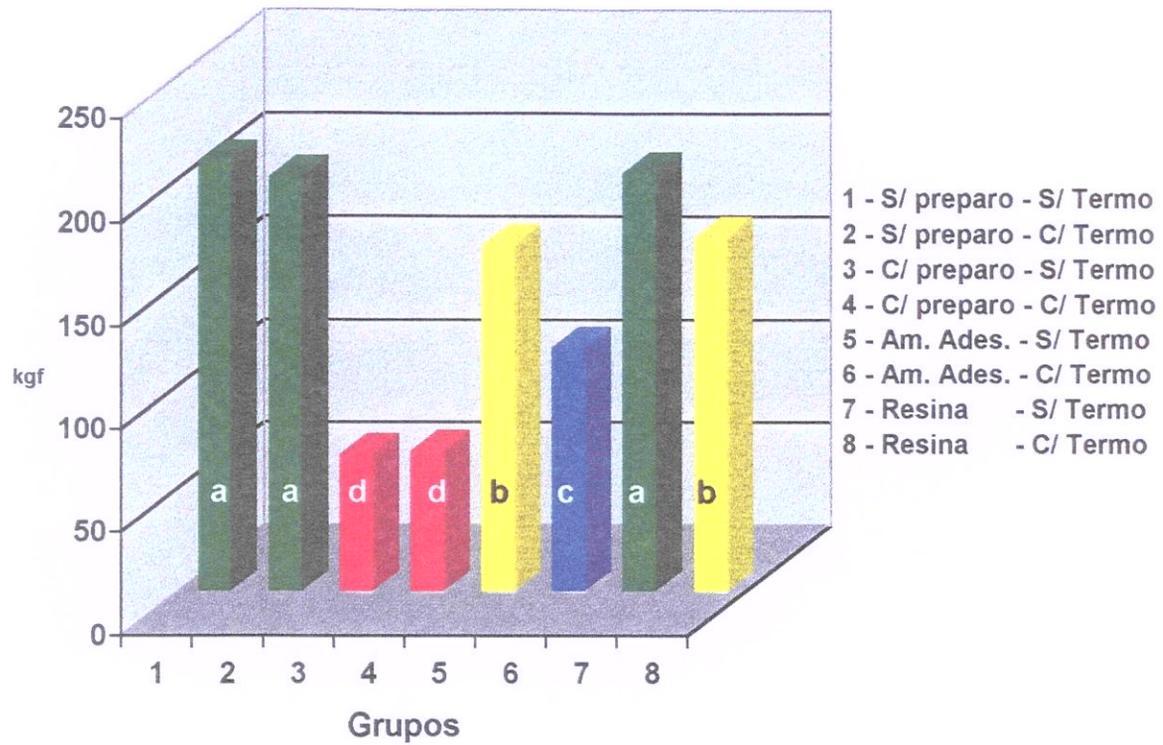


Figura 5.1 - Ilustração gráfica dos valores da tabela 5.3 onde se evidenciam, através de cores e letras, as diferenças estatísticas.

6. DISCUSSÃO

O estudo dos resultados obtidos a partir dos testes de resistência à compressão nos permite verificar imediatamente o efeito prejudicial do preparo cavitário na resistência à fratura do grupo de dentes utilizados como amostras. A força necessária para a fratura dos dentes após o preparo e sem restauração foi 70% menor em relação ao dente hígido. Esses resultados vêm confirmar, mais uma vez, os dados da literatura que, por diversas vezes demonstraram a redução da resistência à fratura de um dente quando submetido ao preparo cavitário^{4,9,23,32,33,35,37,39,44,47,50,57,72}.

VALE⁷², já em 1959, verificou em preparos classe II em pré-molares que, quando a largura do istmo era correspondente a 1/4 da distância intercuspidal, a força necessária para fraturar o dente preparado era a mesma que para o dente sem preparo, ao passo que, quando se aumentava a largura do istmo para 1/3 da distância intercuspidal, a força necessária para a fratura era menor. Estes dados foram confirmados posteriormente por MONDELLI *ET AL.*⁴⁷, em 1980, e por EL-SHERIF *ET AL.*²³, em 1988, mostrando que, quanto maior a remoção de estrutura dentária, menor é a força necessária para fraturar os dentes. Portanto, sempre que possível, a estrutura dental sadia deve ser conservada durante o preparo cavitário, preocupando-se em dispersar tensões inevitáveis em áreas mais frágeis^{28,73}.

Os trabalhos que não demonstram essa relação entre preparo cavitário e resistência à fratura foram alvos de críticas por parte da comunidade científica. EAMES & LAMBERT²¹, por exemplo, questionaram a profundidade das cavidades utilizadas por RE, DRAHEIN & NORLING^{62,63} em seus trabalhos, argumentando que estas eram de magnitude insuficiente para a verificação da queda da resistência à fratura sob as condições do trabalho e que a forma como a força foi aplicada na amostra, com a esfera em contato com o material restaurador e não com as vertentes de cúspide, verificava a resistência do material restaurador e não do dente.

Por este motivo, utilizou-se nas amostras do nosso trabalho um modelo de preparo cavitário planejado de maneira a realmente enfraquecer o remanescente dental³, permitindo uma maior evidenciação dos efeitos exercidos pelos materiais restauradores sobre o remanescente^{18,51}. Além disso antes da execução dos testes de fratura confeccionou-se um pequeno nicho nas vertentes das cúspides vestibular e lingual das amostras, de modo a permitir que a esfera de aço utilizada ficasse mantida em posição durante o teste de compressão e somente tivesse contato com as vertentes das cúspides, evitando o contato com as margens da cavidade ou com o material restaurador.

Outra verificação importante quanto se observa os dados dos grupos 1, 2, 3 e 4, é que as ciclagens térmicas, da maneira como utilizadas, não têm efeito sob a resistência à fratura do tecido dental.

O efeito reforçador exercido pela restauração do dente foi outra constatação imediata após a análise dos resultados. Todos os grupos restaurados mostraram resultados melhores que os grupos com preparo e sem restauração. Esse fato já havia sido verificado na literatura, em maior ou menor grau, quando materiais e técnicas adesivas eram utilizados^{1,14,16,20,26,32,40,41,57}. EAKLE¹⁴, em 1986, demonstrou aumento na resistência à fratura de pré-molares com preparo MOD quando utilizou procedimentos restauradores com adesivo dentinário, o mesmo sendo verificado por GELB, BAROUCH & SIMONSEN²⁶. AUSIELLO *ET AL.*¹, demonstraram, testando 8 maneiras diferentes de se restaurar adesivamente dentes enfraquecidos pelo tratamento endodôntico e preparo MOD, que todas as combinações utilizadas por eles tiveram uma resistência estatisticamente superior a do grupo de dentes que não foi restaurado.

A restauração com a técnica de *amálgama-adesivo* apresentou resultados interessantes, chegando a oferecer uma resistência equivalente a, aproximadamente, 81% do dente hígido no grupo que não foi submetido à termociclagem. Isso pode ser explicado pelo fato de que a recuperação da resistência perdida pelo preparo é atribuída à força de união do material³² e os recentes desenvolvimentos nas propriedades dos sistemas adesivos têm demonstrado desempenhos muito promissores. Assim, a utilização da restauração de amálgama, associada ao sistema adesivo, nos dentes enfraquecidos pelo preparo cavitário profundo, teve como principal efeito

aumentar a distribuição de forças aplicadas nas cúspides. Deste modo, o bom desempenho do grupo 5 foi, principalmente, resultante do efeito de contenção do adesivo, que passou a formar com o dente um conjunto integrado⁶⁶, participando da distribuição de forças e colaborando, portanto, no aumento da resistência à fratura.

A utilização da técnica de *amálgama-adesivo*, como procedimento capaz de reforçar o remanescente dental após o preparo cavitário, foi sugerida por BELL², em 1982, visto que ela apresentava o potencial de unir o amálgama às estruturas dentais. Desde então, tem sido avaliada por diversos autores para esse fim^{6,10,20,53,67}. EAKLE, STANINEC e LACY²⁰ fizeram um estudo comparativo da técnica convencional de restauração de amálgama com uma técnica adesiva, demonstrando as vantagens desta sobre a primeira. Resultados semelhantes foram encontrados por BOYER & ROTH⁶ que esclareceram que, quando a dentina também é utilizada como substrato para adesão a recuperação da resistência é maior.

Em 1998, PILO, BROSH & CHWEIDAN⁵³ estudaram o efeito reforçador da técnica de *amálgama-adesivo* utilizando medidores de tensão colados nas superfícies linguais das amostras. Essa metodologia permite estudar a deformação das cúspides no momento dos carregamentos, permitindo aferir a deformação resultante do carregamento efetuado sobre os dentes em três estágios diferentes: antes do preparo cavitário, após o preparo cavitário e após a

restauração. Resultados de recuperação da resistência entre 39 e 61% foram encontrados. Assumindo que a fratura de cúspide é o resultante da fadiga do tecido dental friável através da propagação de trincas sob carregamentos sucessivos, os autores concluíram que a técnica de *amálgama-adesivo* contribui para o reforço da estrutura dental após o preparo cavitário, ressaltando somente que seria necessário que novos estudos demonstrem a durabilidade da técnica através de testes específicos de avaliação a longo prazo, como o efetuado neste trabalho.

O módulo de elasticidade das resinas compostas tem sido colocado^{24,25} como uma das propriedades responsáveis pelo bom desempenho desses materiais em situações como às que foram sujeitas as amostras deste trabalho. O bom desempenho verificado no grupo onde foi utilizada a técnica de *amálgama-adesivo* vem demonstrar que, como sugerido por outros autores^{2,26,32,49}, a capacidade de aumento da resistência à fratura (perdida pelo dente no 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.

SANTOS & MEIERS⁶⁷, que também estudaram a técnica e concordaram que o resultado tinha relação direta com o potencial de adesão à dentina, observando, entretanto, que o elo fraco dessa técnica vinha a ser a ligação do amálgama com o adesivo, onde a falha normalmente ocorre.

Assim explica-se a forma mais acentuada em que se deu a recuperação da resistência à fratura nas amostras do grupo 7, restaurados com resina composta. Nesse grupo verificou-se um total reforço do remanescente dental, não tendo diferença estatística significativa entre este grupo e aqueles dos dentes sem preparo cavitário. Resultados semelhantes têm sido relatados na literatura^{17,29,30,41,65,66}. HERNANDEZ *ET AL.*³⁰, em 1994, estudaram a resistência à fratura de pré-molares com preparo MOD e submetidos à tratamento endodôntico, testando vários sistemas adesivos associados a resinas compostas e um sistema utilizado para restauração de amálgama-adesivo. Os melhores resultados foram obtidos com os grupos que utilizaram os novos sistemas adesivos que, segundo os autores, apresentam uma grande força de adesão, relacionada à habilidade de produzir íntima retenção micromecânica e não à formação de macro retenções. O elo fraco existente nas restaurações com a técnica de *amálgama-adesivo*: a força de adesão entre o amálgama e adesivo, é da ordem de 3,84 a 13 MPa^{1,54,58}, enquanto que, para os compósitos, os valores de força de adesão entre estes e os adesivos são bem superiores. Forças de união acima de 20 MPa têm sido obtidas em trabalhos laboratoriais^{12,66}.

O procedimento de termociclagem têm sido utilizado como metodologia de envelhecimento artificial em trabalhos de pesquisa relacionados com micro-infiltração e com força de união de materiais adesivos^{5,7,45,52,55,75}. A justificativa para sua utilização está no fato de que o *stress* térmico provocado pela diferença

de coeficientes de alteração térmica⁷ entre materiais restauradores e os tecidos dentais levam, a longo prazo, a um problema de fadiga que em última análise pode comprometer a restauração¹². Isso coloca em questionamento justamente a longevidade da união adesiva relatada acima⁵.

Isso pôde ser confirmado em nosso trabalho onde observou-se que nos dois grupos em que restaurações adesivas foram utilizadas e submetidas a termociclagem, o resultado do teste de resistência à fratura foi estatisticamente inferior aos seus correspondentes que não foram termocicladados. No caso do grupo restaurado com resina composta, a restauração que sem termociclagem havia recuperado totalmente a resistência inicial do dente, após os ciclos térmicos perdeu 17% dessa resistência. No caso do *amálgama-adesivo* essa perda de resistência com os ciclos térmicos foi da ordem de 30%. Há portanto um efeito deletério no reforço da estrutura dental exercido pelas restaurações adesivas, sugerindo uma transitoriedade da união entre sistemas adesivos e tecido dental ou amálgama.

Em torno dessa metodologia existe uma discussão com relação às temperaturas dos banhos e os intervalos utilizados entre eles. Utilizou-se neste trabalho 2000 ciclos térmicos, alternando-se temperaturas de 55 e 5°C, com 1 minuto de duração em cada banho. Embora MICHAILESCO *ET AL.*⁵⁴ tenham verificado, *in vivo*, variações entre 4,3 e 48,4°C, há autores¹¹ que chamam a atenção para o fato de que metodologias que usam banhos com duração muito

prolongada não simulam o que acontece no meio oral e que talvez levassem a erros na observação dos resultados. Posteriormente CRIM, SWARTZ & PHILLIPS¹² verificaram não haver diferença entre metodologias que utilizam banhos extremos de longa duração sem banhos intermediários e metodologias que têm curta duração nos banhos de temperaturas extremas intercalados por banhos intermediários a 37°C.

As últimas observações importantes dizem respeito à relevância clínica dos resultados aqui obtidos.

A correlação entre os dados obtidos neste tipo de trabalho e a situação clínica é, com freqüência, alvo de discussão^{9,15,60,62,69}. Os autores ressaltam as diferenças entre as forças a que o dente está submetido no meio oral e aquelas utilizadas nos estudos laboratoriais^{9,20,63,69}. No entanto, é relevante lembrar que, embora o processo que leva à fratura seja diferente nas duas situações, e que estudos clínicos longitudinais sejam importantes, o padrão de fratura resultante nos trabalhos laboratoriais é semelhante ao encontrado no meio oral, permitindo que correlações clínico-laboratoriais sejam estabelecidas²². Estas constituem um passo importante e necessário no estudo e aperfeiçoamento das técnicas e materiais restauradores.

7. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos e sob as condições do trabalho, foi possível chegar-se às seguintes conclusões:

- 1 - Preparos cavitários MOD enfraquecem o remanescente dental.
- 2 – Técnicas restauradoras adesivas têm a capacidade de recuperar, em maior ou menor grau, a resistência à fratura de pré-molares superiores perdida no preparo cavitário.
- 3 - A restauração de resina composta é superior à técnica de *amálgama-adesivo*, em termos da recuperação da resistência à fratura de dentes enfraquecidos pelo preparo cavitário.
- 4 - O envelhecimento artificial, através de ciclagens térmicas, tem um efeito deletério no reforço da estrutura dental exercido por restaurações adesivas.
- 5 - Os tecidos dentais não têm sua resistência à fratura alterados pelo procedimento de ciclagens térmicas.

ANEXO I - PROCEDIMENTOS RESTAURADORES

1. Resina Composta - os passos após o preparo e lavagem da cavidade foram:

- aplicação do condicionador ácido por 15 segundos em dentina e esmalte
- lavagem com água por 15 segundos
- secagem suave com jato de ar por 2 segundos
- aplicação do *primer* na área condicionada
- secagem suave com jato de ar por 5 segundos
- aplicação do adesivo sobre o *primer*
- fotopolimerização por 10 segundos
- aplicação da resina composta em camadas, polimerizando cada uma durante 30

segundos antes da colocação da subsequente.

2. Amálgama-adesivo - os passos após o preparo e lavagem da cavidade foram:

- aplicação do condicionador ácido por 15 segundos em dentina e esmalte
- lavagem com água por 15 segundos
- secagem suave com jato de ar por 2 segundos
- aplicação do ativador na área condicionada
- secagem suave com jato de ar por 5 segundos
- aplicação do *primer* na área condicionada
- secagem suave com jato de ar por 5 segundos
- mistura de uma gota do adesivo e uma do catalisador em um recipiente fornecido pelo

fabricante

- aplicação da mistura sobre o *primer*
- trituração do amálgama no aparelho ESPE-Capmix por 8 segundos
- condensação do amálgama na cavidade

ANEXO II - DADOS ORIGINAIS

Amostras \ Grupos	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8
Amostra 1	196,7	204,2	61,24	80,08	174,7	129,1	222,9	184,2
Amostra 2	223,4	186,6	55,01	95,64	189,64	133,4	204,4	179,8
Amostra 3	219,7	201,4	82,6	80,64	150,5	106,1	184,6	174,2
Amostra 4	217	221,1	70,4	45,12	159,9	121,9	189,5	177,3
Amostra 5	192,4	193,6	86,52	57,4	190,25	99,91	208,2	166,8
Amostra 6	218,3	199,4	50,2	51,78	140,9	117,1	185,3	158,8
Amostra 7	189,3	217,8	38,12	89,14	165,4	109,54	225	178,6
Amostra 8	239,2	180,7	81,21	62,7	192,6	132,51	191,5	165,7
Amostra 9	193,7	201,4	79,03	49,43	149,4	104,6	184,1	189,6
Amostra 10	190,7	202,8	58,5	67,1	168,7	130,2	231,1	145,2

Dados originais dos carregamentos requeridos (kg) para a fratura dos dentes dos diferentes grupos

ANEXO III - ANÁLISE ESTATÍSTICA**The SAS System**General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	4	A B C D
TERMO	2	CT ST

Number of observations in data set = 80

The SAS System

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: RESIST

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	242908.855	34701.265	136.01	0.0001
Error	72	18370.404	255.145		
Corrected Total	79	261279.259			

R-Square	C.V.	Root MSE	RESIST Mean
0.929691	10.60956	15.9732	150.555

The SAS System

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: RESIST

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	225565.006	75188.335	294.69	0.0001
TERMO	1	9228.452	9228.452	36.17	0.0001
TRAT*TERMO	3	8115.396	2705.132	10.60	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	225565.006	75188.335	294.69	0.0001
TERMO	1	9228.452	9228.452	36.17	0.0001
TRAT*TERMO	3	8115.396	2705.132	10.60	0.0001

The SAS System

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

TRAT	RESIST LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)			
			1	2	3	4
A	204.470000	1 .	0.0001	0.0001	0.0011	
B	67.093000	2 0.0001	.	0.0001	0.0001	
C	143.317500	3 0.0001	0.0001	.	0.0001	
D	187.340000	4 0.0011	0.0001	0.0001	.	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

The SAS System

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

TERMO	RESIST LSMEAN	Pr > T H0:
		LSMEAN1=LSMEAN2
CT	139.814750	0.0001
ST	161.295500	

TRAT	TERMO	RESIST	LSMEAN
		LSMEAN	Number
A	CT	200.900000	1
A	ST	209.040000	2
B	CT	67.903000	3
B	ST	66.283000	4
C	CT	118.436000	5
C	ST	168.199000	6
D	CT	172.020000	7
D	ST	202.660000	8

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	.	0.3209	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.8061
2	0.3209	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.4538
3	0.0001	0.0001	.	0.8212	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0001	0.0001	0.8212	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.5944	0.0001
7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.5944	.	0.0001
8	0.8061	0.4538	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the fracture resistance of maxillary premolars with MOD cavities preparations, restored with adhesive materials. Eighty sound and free from cracks extracted maxillary premolars were randomly assigned to eight groups of ten teeth. The teeth from group 1 and 2 did not receive either cavity preparation or restoration. From the group 3 to 8, the teeth received a MOD cavity preparation without proximal steps and flat floor. The preparation had the isthmus width equal to $1/4$ of the intercuspidal distance and the cavity deep was $3/4$ of the crown height. Teeth from group 3 and 4 were not restored, from group 5 and 6 were restored with: bonded-amalgam and teeth from group 7 and 8 were restored with composite resin with a dentin bonding system. Samples from groups 2, 4, 6 and 8 were submitted to 2000 thermal cycles between 5 and 55°C, with a dwell time of 1 minute. All groups were also submitted to fracture resistance test in a universal test machine. The load was applied vertically through a metallic sphere of 4,5 mm diameters positioned to touch only the cusps and never the restorations or margins of cavities. The mean load necessary to fracture the samples in each group were (in kgf): G1=208,04(A); G2=200,9(A); G3=66,28(B); G4=67,90(B); G5=168,20(C); G6=118,44(D); G7=202,66(A); G8=172,02(C). These data were submitted to Student's test that demonstrated differences among some groups showed above

with different letters. Those results show that restorations with adhesive materials can recover, in some degree, the fracture resistance of maxillary premolars lost in cavity preparation. However, it also shows that the artificial aging, through thermal cycling, has a deleterious effect on reinforcement of the dental structure, suggesting a transitoriness of the bond between adhesive systems and dental tissues.

Key-words: fracture resistance - adhesive restoration – thermal cycling

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. AUSIELLO, P.; DE GEE, A.J.; RENGO, S.; DAVIDSON, C.L. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **10**(5): 237-41, Oct. 1997.
2. BELL, J.G.; SMITH, M.C.; de PONT, J.J. Cuspal failures of MOD restored teeth. **Aust. Dent. J.**, St. Leonards, **27**(5): 283-7, Oct. 1982.
3. BLACK, G.V. **Operative Dentistry**, vol. 2, Medico-dental Publishing Company, Chicago, 1955.
4. BLASER, P.K.; LUND, M.R.; COCHRAN, M.A.; POTTER, R.H. Effects of design of class II preparations on resistance of teeth to fracture. **Operative Dent.**, Seattle, **8**(1):6-10, Jan./Mar. 1983.
5. BONILLA, E. & WHITE, S.N. Fatigue os resin-bonded amalgam restorations. . **Operative Dent.**, Seattle, **21**(3):122-6, May 1996.
6. BOYER, D.B. & ROTH, L. Fracture resistance of teeth with bonded amalgams. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **7**(2): 91-4, Apr. 1994.

** Referências Bibliográficas de acordo com a NB-66 de 1978, da ABNT, modificada por Lovadino, J.R. abreviaturas de Periódicos segundo a "World List of Scientific Periodicals".

7. BULLARD, R.H.; LEINFELDER, K.F.; RUSSELL, C.M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **116(7)**: 871-4, Jan. 1988.
8. BURKE, F.J.T. Tooth fracture *in vivo* and *in vitro*. **J. Dent.**, Oxford, **20(3)**: 131-9, June, 1992.
9. CAVEL, W.T.; KELSEY, W.P.; BLANKENAU, R.J. An *in vivo* study of cuspal fracture. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **53(1)**: 38-42, Jan. 1985.
10. CORADAZI, J.L.; MARANHO, N.C.; BUZALAF, M.A.R.; PAPOTI, J.; BELTRÃO, H.C.P. Estudo *in vitro* da resistência à fratura de dentes premolares despolpados, restaurados com diferentes materiais em relação à ciclagem térmica e ao tempo. **Revta bras. Odont.**, Rio de Janeiro, **52(3)**: 46-51, Maio/Jun. 1995.
11. CRIM, G.A. & MATTINGLY, S.L. Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **45(2)**: 160-3, Feb. 1981.
12. CRIM, G.A.; SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W. Comparision of four thermocycling techniques. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **53(1)**: 50-3, Jan. 1985.
13. DENEHY, G.R.; TORNEY, D.L. Internal enamel reinforcement through micromechanical bonding. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **36(2)**: 171-5, Aug. 1976.

14. EAKLE, W.S. Fracture resistance of teeth restored with class II bonded composite resin. **J. dent. Res.**, Washington, **65**(2): 149-53, Feb. 1986.
15. _____. Increased fracture resistance of teeth: comparison of five bonded composite resin systems. **Quintessence int.**, Berlin, **17**(1): 17-20, Jan. 1986.
16. EAKLE, W.S. Increasing the resistance of teeth to fracture: Bonded composite resin versus glass ionomer cement. **Dent. Mater.**, Washington, **1**(6): 228-30, Dec. 1985.
17. _____. Reinforcement of fractured posterior teeth with bonded composite resin restorations. **Quintessence int.**, Berlin, **16**(7): 481-2, July, 1985.
18. _____. & BRALY, B.V. Fracture resistance of human teeth with mesial-occlusal-distal cavities prepared with sharp and round internal line forms. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **53**(5): 646-9, May, 1985.
19. _____.; MAXWELL, E.H.; BRALY, B.V. Fractures of posterior teeth in adults. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **112**(2): 215-8, Feb. 1986.
20. _____.; STANINEC, M.; LACY, A.M. Effect of bonded amalgam on the fracture resistance of teeth. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **68**(2): 257-60, Aug. 1992.
21. EAMES, W.B. & LAMBERT, R.L. Fracture resistance of molars.(letter) **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **104**(1): 13, Jan. 1982.

22. EL-MOWAFY, O.M. Fracture strength and fracture patterns of maxillary premolars with approximal slot cavities. **Operative Dent.**, Seattle, **18(4)**: 160-6, July/Aug. 1993.
23. EL-SHERIF, M.H. *ET AL.* Fracture strength of premolars with class II silver amalgam restorations. **Operative Dent.**, Seattle, **13(2)**: 50-3, 1988.
24. EM EHRNFORD, L. & FRANSSON, H. Compressive fracture resistance of the marginal ridge in large class II tunnels restored with cermet and composite resin. **Swed. dent. J.**, Stockholm, **18(5)**: 207-11, Out. 1994.
25. ESPINOSA, H.D. *In vitro* study of resin supported internally etched enamel. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **40(5)**: 526-30, Nov. 1978.
26. GELB, M.N.; BAROUCH, E.; SIMONSEN, R.J. Resistance to cusp fracture in class II prepared and restored premolars. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **55(2)**: 184-5, Feb. 1986.
27. GHER, J.R.; DUNLAP, R.M.; ANDERSON, M.H.; KUHL, L.V. Clinical survey of fractured tooth. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **114(2)**:174-7, Feb. 1987.
28. GOEL, V.K.; KHERA, S.C.; SINGH, K. Clinical implications of the response of enamel and dentin to masticatory loads. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **64(4)**: 446-54, Oct. 1990.
29. HANSEN, E.K.; ASMUSSEN, E. *In vivo* fracture of endodontically treated posterior teeth restored with enamel-bonded resin. **Endod. dent. traumat.**, Copenhagen, **6(5)**: 218-25, Oct. 1990.

30. HERNANDEZ, R.; BADER, S.; BOSTON, D.; TROPE, M. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentine bonding systems. **Int. Endod. J.**, Oxford, **27(6)**: 281-4, Nov. 1994.
31. HERRIN, H.K. Use of posterior composite resin to restore teeth and suport enamel: Report of case. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **112(6)**: 845-6, June, 1986.
32. JAGADISH, S. & YOGESH, B.G. Fracture resistance of teeth with class II silver amalgam,posterior composite and glass cermet restorations. **Operative Dent.**, Seattle, **15(2)**: 42-7, Mar./Apr. 1990.
33. JOYNT, R.B.; WIECZKOWSKI, G.; KLOCKOWSKI, R.; DAVIS, E.L. Effects of composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **57(4)**: 431-5, Apr. 1987.
34. _____; DAVIS, E.L.; WIECZKOWSKI, G.; WILLIAMS, D.A. Fracture resistance of posterior teeth restored with glass ionomer-composite resin systems. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **62(1)**: 28-31, July, 1989.
35. KHERA, S.C.; CARPENTER, W.; VETTER, J.D.; STALEY, R.N. Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **64(2)**: 139-47, Aug. 1990.
36. _____; GOEL, V.K.; CHEN, R.C.S.; GURUSAMI, S.A. A three-dimensional finite element model. **Operative Dent.**, Seattle, **13(3)**: 128-37, 1988.

37. LAGOVARDOS, P.; SOURAI, P.; DOUVITSAS, G. Coronal fractures in posterior teeth. **Operative Dent.**, Seattle, **14**(1): 28-32, 1989.
38. LAMBERT, R.L.; ROBINSON, F.B.; LINDEMUTH, J.S. Coronal reinforcement with cross splinted pin amalgam restorations. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **54**(3): 346-9, 1985.
39. LARSON, T.D.; DOUGLAS, W.H.; GEISTFELD, R.E. Effect of prepared cavities on the strenght of teeth. **Operative Dent.**, Seattle, **6**(1): 2-5, 1981.
40. LIBERMAN, R.; BEM-AMAR, A.; GONTAR, G.; HIRSH, A. The effect of posterior composite restoration on the resistance of cavity walls to vertically applied occlusal loads. **J. oral Rehabil.**, Oxford, **17**(1): 99-105, Jan. 1990.
41. MACKENZIE, D.F. The reinforcing effect of MOD acid-etch composite restorations on weakened posterior teeth. **Brit. dent. J.**, London, **161**(6):410-4, Dec. 1986.
42. MAY KN JR; SWIFT EJ JR; BAYNE SC. Bond strengths of a new dentin adhesive system. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **10**(4): 195-8, Aug. 1997.
43. McCULLOCK, A.J. & SMITH, B.G.N. *In vitro* studies of cuspal movement produced by adhesive restorative materials. **Brit. dent. J.**, London, **161**(6): 405-9, Dec. 1986.
44. _____ & _____. *In vitro* studies of cusp reinforcement with adhesive restorative material. **Brit. dent. J.**, London, **161**(12): 450-2, Dec. 1986.

45. MICHAILESCO, P.M.; MARCIANO, J.; GRIEVE, A.R.; ABADIE, M.J.M. Na *in vivo* recording of variations in oral temperature during meals: A pilot Study **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **73**(2): 214-8, Feb. 1995.
46. MONDELLI, J.; ISHIKIRIAMA, A.; NAVARRO, M.F.L., GALAN JR., J.; CORADAZZI, J.L. Fracture strength of amalgam restorations in modern class II preparations with proximal retentive grooves. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **32**(5): 564-71, Nov. 1974.
47. _____; STEAGALL, L.; ISHIKIRIAMA, A.; NAVARRO, M.F.L., SOARES, F.B. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **43**(4): 419-22, Apr. 1980.
48. MOUNT, G.J. The use of amalgam to protect remaining tooth structure. **N. Z. dent. J.**, Auckland, **73**(1): 15-20, Aug. 1977.
49. MORIN, D.; DeLONG, R.; DOUGLAS, W.H. Cusp reinforcement by the acid-etch technique. **J. dent. Res.**, Washington, **63**(8): 1075-8, Aug. 1984.
50. NAVARRO, M.F.L.; FRANCO, E.B.; ISHIKIRIAMA, A.; PEREIRA, J.C.; STEAGALL, L.; Resistência à fratura de dentes extraídos, íntegros e cariados, com preparos e restaurações. **Estomat. Cult.**, Bauru, **13**(1): 56-60, Jan./Jun. 1983.
51. OLIVEIRA, F.C.; DENEHY, G.E.; BOYER, D.B. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **115**(1): 57-60, July, 1987.

52. OLIVEIRA, J.P.; COCHRAN, M.A.; MOORE, B.K. Influence of bonded amalgam restorations on the fracture strength of teeth. **Operative Dent.**, Seattle, **21**(3): 110-5, May 1996.
53. PILO, R.; BROSH, T.; CHWEIDAN, H. Cusp reinforcement by bonding of amalgam restorations. **J. Dent.**, Oxford, **26**(6): 467-72, Nov, 1998.
54. _____; BROSH, T.; SHAPINKO, E.; DODIUK, H. Long-term durability of adhesive systems bonded to fresh amalgam. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **76**(4): 531-36, Oct, 1996.
55. PODSHADLEY, A.G.; GULLETT, C.E.; CRIM, G. Interface seal of incremental placement of visible light-cured composite resins. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **53**(5): 625-6, May 1985.
56. PURK, J.H.; EICK, J.D.; DeSCHEPPER, E.J., CHAPPELL, R.P., TIRA, D.E. Fracture strength of class I versus class II restored premolars tested at the marginal ridge. I Standart preparations. **Quintessence int.**, Berlin, **21**(7): 545-51, July, 1990.
57. _____. EICK, J.D.; ROBERTS, M.; CHAPPELL, R.P.; MOORE, D.L. Fracture strength of class I versus class II restored premolars tested at the marginal ridge. II cavosurface bonding and cavosurface plus internal enamel bonding. **Quintessence int.**, Berlin, **21**(8): 655-62, Aug. 1990.

58. RAMOS, J.C. & PERDIGÃO, J. Bond strengths and SEM morphology of dentin-amalgam adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **10(3)**: 152-58, Jun. 1997.
59. RASMUSSEN, S.T.; PATCHIN, R.E.; SCOTT, D.B.; HEUER, A.H. Fracture properties of human enamel and dentin. **J. dent. Res.**, Washington, **55(1)**: 154-64, Jan. 1976.
60. RE, G.J. & NORLING, B.K. Fracturing molars with axial forces. **J. dent. Res.**, Washington, **60(4)**: 805-8, April 1981.
61. RE, G.J. & NORLING; DRAHEIM, R.N. Fracture resistance of lower molars with varying facioclusolingual amalgam restorations. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **47(5)**: 518-21, May, 1982.
62. _____; _____; _____. Fracture resistance of mandibular molars with occlusal class I amalgam preparations. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **103(4)**: 580-3, Oct. 1981.
63. RE, G.J. & NORLING; DRAHEIM, R.N. Fracture strength of molars containing three surface amalgam restoration. **J. prosthet. Dent.**, St Louis, **47(2)**: 185-7, Feb. 1982.
64. REAGAN, S.E.; SCHWANDT, N.W.; DUNCANSON JR., M.G. Fracture resistance of wide-isthmus mesio-occlusodistal preparations with and without amalgam cuspal coverage. **Quintessnce int.**, Berlin, **20(7)**: 469-72, July, 1989.

65. REEL, D.C. & MITCHELL, R.J. Fracture resistance of teeth restored with class II composite restorations. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **61(2)**: 177-80, Feb. 1989.
66. RODRIGUES FILHO, L.E. **Resistência à fratura de dentes com restaurações atípicas de diversos materiais.** São Paulo, 1994. [Tese (Mestrado) - FO-USP]
67. SANTOS, A.C. & MEIERS, J.C. Fracture resistance of premolars with MOD amalgam restorations lined with amalgabond. **Operative Dent.**, Seattle, **19(1)**: 2-6, Jan./Feb. 1994.
68. SECCO, A.S. **Influência do ionômero de vidro e da resina composta na sustentação do esmalte e seu efeito na rigidez, deflexão e resistência à fratura das cúspides dos dentes restaurados.** Piracicaba, 1995. 156p. [Tese (Mestrado) - FOP-UNICAMP]
69. STAMPALIA, L.L.; NICHOLLS, J.I.; BRUDIVIK, J.S.; JONES, D.W. Fracture resistance of teeth with resin-bonded restorations. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **55(6)**: 694-8, June, 1986.
70. STANINEC, M. Retention of amalgam restorations: undercuts versus bonding. **Quintessence Int.**, Berlin, **20(5)**: 347-51, 1989.
71. SWIFT Jr, E.S.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H.O. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of art, 1995. **Quintessence Int.**, Berlin, **26(2)**: 95-110, 1995.

72. VALE, W.A. Cavity preparation and further thoughts on high speed. **Brit. dent. J.**, London, **107**(11): 333-6, Dec. 1959.
73. VAN NOORT, R. & NORTHEAST, S.E. The potential clinical consequences of the new dentin-bonding resins. **Brit. dent. J.**, London, **161**(12): 437-43, Dec. 1986.
74. WATTS, D.C.; EL-MOWAFY, O.M.; GRANT, A.A. Fracture resistance of lower molars with class I composite and amalgam restorations. **Dent. Mater.**, Washington, **3**(5): 261-4, Oct. 1987.
75. YAP, A.; STOKES, A.N.; PEARSON, G.J. Na *in vitro* microleakage study of a new multi-purpose dental adhesive system. . **J. oral Rehabil.**, Oxford, **23**(5): 302-8, May 1996.