

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

MARIA CECILIA GOMES BELTRÃO

**INFLUÊNCIA DA TRANSFIXAÇÃO HORIZONTAL POR UM PINO DE FIBRA
DE VIDRO NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE MOLARES
ENDODONTICAMENTE TRATADOS**

Porto Alegre

2005

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

MARIA CECILIA GOMES BELTRÃO

**INFLUÊNCIA DA TRANSFIXAÇÃO HORIZONTAL POR UM PINO DE FIBRA
DE VIDRO NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE MOLARES
ENDODONTICAMENTE TRATADOS**

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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior

Porto Alegre

2005

Dedicatória

Dedico essa conquista ao meu amado pai, o meu exemplo de vida, o meu apoio e incentivo. Cheguei até aqui porque tu soubeste um dia dizer sim a minha vocação. Obrigada, esta vitória é nossa!

“Foi o tempo que perdeste com tua rosa, que fez tua rosa tão importante...” (Exupéry).

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo.

À minha querida Mãe e ao meu querido filho Renato, meus amores eternos, a minha prece de agradecimento pelos ensinamentos recebidos no período de nosso convívio.

À minha família que tanto amo: Gilson, Rodrigo e Renan, pelo apoio, compreensão, amizade e ajuda.

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande de Sul, que viabilizou a realização deste curso.

À direção da Faculdade de Odontologia da PUCRS, representada pelo Prof. Marcos Túlio Mazzini Carvalho.

Ao Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior, pela idéia e orientação deste trabalho, pelo incentivo nas horas difíceis e pelo seu exemplo de competência.

À Coordenadora do Doutorado em Odontologia, Profa. Dr. Nilza Pereira da Costa, pela amizade e também por fazer parte de mais esta etapa da minha formação.

Ao Coordenador do Departamento Clínico, João Miguel Messina da Cruz, por conciliar minhas atividades docentes com as discentes.

Ao Departamento de Cirurgia III e IV, pela ajuda na coleta dos dentes.

À Profa. Dr. Elaine Bauer Veeck, merecedora de minha admiração, o meu sincero agradecimento e reconhecimento pela orientação no trabalho de pesquisa para a obtenção do título de Mestre, cujos ensinamentos adquiridos me serviram de base para a construção deste novo conhecimento.

À professora Dr. Maristela G. Borba, o meu especial agradecimento pela sua participação na metodologia deste trabalho, realizando a endodontia dos corpos-de-prova.

Aos professores de Materiais Dentários, pelo convívio, ajuda e amizade.

À Metalúrgica COTRAC Ltda., pela elaboração das peças metálicas para o ensaio de resistência à fratura.

Aos Professores Henrique Teitelbaum e Marcos Túlio Mazzini Carvalho, agradeço pelo convite à docência e pela confiança e consideração em mim depositada para o exercício desta missão.

Aos professores do curso de Doutorado em Dentística Restauradora, pelo convívio e incremento científico.

Aos colegas de curso, pela convivência e amizade.

Aos funcionários da Graduação e Pós-Graduação, pelo auxílio prestado.

Às funcionárias Neusa, Gemina, Rose, Inês e Zoila, pela ajuda com materiais específicos de consumo.

Aos colegas das Disciplinas de Dentística Restauradora I e II e Clínica Integrada Infantil e Adolescente I e II, pelo convívio, apoio, compreensão e amizade.

Às amigas Simone, Maristela, Sandra, Angélica, Simone L., Andréa e Daniela, pela sinceridade de nossa amizade.

À colega e amiga Fabiana O. Provenzi, particular agradecimento pelo grande companheirismo em todos os momentos.

À colega Karina Trápaga, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

À colega Gabriela Ce, pela dedicação e empenho na montagem da apresentação.

Aos meus afilhados da ATO/99, pela amizade, carinho, incentivo e reconhecimento de minha atividade docente.

Aos meus alunos, colegas e pacientes pela compreensão.

A todos aqueles que de uma forma ou outra participaram desta etapa da minha vida, o meu muito obrigada!

“As coisas que realizamos nunca são tão belas quanto as que sonhamos... Mas as vezes nos acontecem coisas tão belas que nunca pensamos em sonhá-las”.

“Cada amanhecer traz outras oportunidades e novas esperanças”.

(Autor desconhecido).

RESUMO

A proposta deste estudo foi avaliar o efeito, na resistência à fratura, de um pino de fibra de vidro transfixando horizontalmente as paredes, de um preparo MOD, de dentes molares tratados endodonticamente restaurados ou não com resina composta. Setenta e cinco dentes terceiros molares humanos hígidos foram extraídos e montados em blocos de resina acrílica, sendo distribuídos aleatoriamente em cinco grupos (n=15). No Grupo A, os dentes foram mantidos hígidos (controle). Os Grupos B, C, D e E, com tratamento endodôntico, receberam os seguintes procedimentos: Grupo B – preparo MOD; Grupo C – preparo MOD e pino transfixado; Grupo D – preparo MOD e restauração com resina composta; Grupo E – preparo MOD, pino transfixado e restauração com resina composta. As amostras foram armazenadas em soro fisiológico a 37°C durante 24 horas. Após o procedimento, foi aplicada uma força compressiva paralela ao longo eixo dos dentes até a fratura, conduzida por meio de uma máquina de ensaio universal (EMIC DL-2000) com velocidade de 1mm/min. As médias em Newtons dos resultados (desvio padrão) seguidas de mesma letra não apresentaram diferença estatística para ANOVA e Tukey, p=0,05: Grupo A = 4289,8 (\pm 1128,9)^a, Grupo B = 549,6 (\pm 120,7)^b, Grupo C = 1474,8 (\pm 338,1)^c, Grupo D = 1224,7 (\pm 236,0)^c, Grupo E = 2645,4 (\pm 675,1)^d. Na análise das variáveis qualitativas, predominou a fratura de cúspide em 56%, o diagnóstico recuperável em todos os grupos, com exceção do Grupo C e o preparo da cúspide palatina predominou em todos os grupos, a exceção do Grupo A. Concluiu-se que um pino de fibra de vidro transfixando horizontalmente as paredes de uma cavidade MOD elevou significativamente a resistência à fratura e quando associado à restauração de resina composta determinou um padrão de fratura compatível com a recuperação da peça dentária.

Palavras-chave: molar, cúspide, resistência à compressão, fratura, pino de fibra de vidro, resinas compostas.

ABSTRACT

The purpose of this study was to assess the effect of a horizontally transfixed fiber glass post on the fracture resistance of molar teeth endodontically treated with MOD preparations, restored or not with composite resin. Seventy-five sound human third molars were extracted and mounted on acrylic resin blocks and were randomly assigned to five groups (n=15). In Group A, the teeth remained sound (control). Groups B, C, D and E, treated endodontically, were subjected to the following procedures: Group B – MOD preparation, group C – MOD preparation and transfixed post, group C – MOD preparation and resin composite restoration, group E – MOD preparation, transfixed post, and composite resin. The samples were stored in physiological serum at 37°C for 24 hours. Later, a compressive force was applied parallelly to the long axis of the teeth to fracture, performed by means of a universal testing machine (EMIC DL-2000) at 1 mm/min speed. The means in Newtons (N) of the results (standard deviation) followed by the same letter did not show a statistic difference for ANOVA and Tukey, p=0.05: Group A = 4289.8 (\pm 1128.9)^a, Group B = 549.6 (\pm 120.7)^b, Group C = 1474.8 (\pm 338.1)^c, Group D = 1224.7 (\pm 236.0)^c, Group E = 2645.4 (\pm 675.1)^d. In the analysis of qualitative variables, cusp fracture prevailed in 56%, a recoverable diagnosis was found in all groups, except for Group C, and the palatal cusp preparation prevailed in all Groups, except for Group A. It was concluded that a fiber glass post transfixed horizontally to the walls of a MOD cavity significantly increased fracture resistance, and when associated to the composite resin restoration, it established a fracture pattern compatible with the recovery of the dental specimen.

Keywords: molar, cusp, compressive strength, fracture, fiber glass post, composite resins.

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
μm	Micrometro
°C	Grau Celsius
cm/mm	Centímetro por milímetro
DO	Disto-oclusal
GPa	GigaPascal
kg	Quilograma
kN	KiloNewton
mm	Milímetro
mm/s	Milímetro por segundo
mm/min	Milímetro por minuto
MO	Mésio-oclusal
MOD	Mésio-ocluso-distal
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
N	Newton
N/μm	Newton por micrometro
P	Probabilidade
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PVC	Polivinil Cloreto Rígido

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (a) Largura vestibulo-palatina. (b) Largura mésio-distal.....	75
Figura 2 - Inclusão do dente: (a) anel de PVC. (b) haste metálica. (c) cera utilidade. (d) linha paralela ao colo. (e) resina acrílica. (f) linha do sulco central. (g) pontos de delimitação do diâmetro do cilindro. (h) sulco central no centro do cilindro.....	76
Figura 3 - Dente incluído: (a) vista distal. (b) vista mesial. (c) identificação do grupo.....	77
Figura 4 - Dispositivo de padronização do preparo cavitário.....	78
Figura 5 - Distância intercuspídea.....	79
Figura 6 - Delimitação da cavidade para o preparo cavitário MOD. (a) Largura e demarcação da caixa oclusal (2/3 da largura intercuspídea). (b) Demarcação da largura (2/3 da largura intercuspídea) e profundidade (4 mm da crista marginal mesial) da caixa proximal.....	80
Figura 7 - Preparo cavitário MOD. Posicionamento da ponta diamantada número 2143 na face mesial.....	81
Figura 8 - Preparo cavitário MOD. Canaleta central de mesial à distal com o diâmetro aproximado da ponta diamantada.....	81
Figura 9 - Preparo cavitário MOD. Definição da parede palatina.....	82
Figura 10 - Preparo cavitário MOD. Definição da parede vestibular.....	82
Figura 11 - Preparo cavitário MOD concluído. (a) Parede vestibular. (b) Parede palatina. (c) Assoalho comum de mesial à distal.....	82
Figura 12 - Preparo cavitário MOD com o esvaziamento da câmara pulpar.....	84
Figura 13 - Reforpost pinos de fibra de vidro ANGELUS.....	85
Figura 14 - (a) Demarcação das perfurações nas faces palatina (a) e vestibular (b). Vista das perfurações nas paredes vestibular (c) e palatina (d).....	86
Figura 15 - (a) Eixo das perfurações. Pino transfixado: vista proximal (b) e vista oclusal (c).....	86
Figura 16 - Restauração de resina composta. (a) Esquema da ordem dos incrementos: 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°. (b) ângulo intercuspídeo de 90°.....	90

Figura 17 - Grupos de teste: (A), (B), (C), (D), (E).....	92
Figura 18 - Máquina de ensaio universal EMIC DL - 2000. Corpo de prova posicionado para o ensaio de compressão.	95
Figura 19 - Fratura de assoalho pulpar	96
Figura 20 - Fratura de cúspide.....	96
Figura 21 - Fratura de assoalho pulpar e cúspide.	96
Figura 22 - Ilustração gráfica dos valores médios da resistência à fratura entre os grupos de teste.	102
Figura 23 - Ilustração gráfica do tipo de fratura e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura.....	103
Figura 24 - Ilustração gráfica do tipo de diagnóstico e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura em todos os corpos de prova.	104
Figura 25 - Ilustração gráfica do tipo de cúspide fraturada e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura em todos os corpos de prova.	105
Figura 26 - Ilustração gráfica do tipo de fratura em cada grupo de teste (n=15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.....	107
Figura 27 - Ilustração gráfica do tipo de cúspide fraturada em cada grupo de teste (n=15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.	110
Figura 28 - Ilustração gráfica do tipo de diagnóstico em cada grupo de teste (n=15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.	111
Figura 29 - Ilustração gráfica da relação entre o tipo de fratura e o tipo de diagnóstico, após a realização do ensaio de resistência à fratura de todos os corpos de prova.	113

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados específicos sobre os materiais utilizados na pesquisa (I).....	72
Quadro 2 - Dados específicos sobre os materiais utilizados na pesquisa (II).....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores das médias para a resistência à fratura nos diferentes grupos de teste (n).....	100
Tabela 2 - Tipo de fratura e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura.	103
Tabela 3 - Tipo de diagnóstico e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura.....	104
Tabela 4 - Tipo de cúspide fraturada e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura.....	105
Tabela 5 - Tipo de fratura em cada grupo de teste (n = 15) e a relação do número e percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.....	106
Tabela 6 - Tipo de cúspide fraturada em cada grupo de teste (n = 15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.	108
Tabela 7 - Tipo de diagnóstico em cada grupo de teste (n = 15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.....	110
Tabela 8 - Relação entre o tipo de fratura e o tipo de diagnóstico, após a realização do ensaio de resistência à fratura de todos os corpos de prova.	112

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE ABREVIATURAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS	12
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 Preparo Cavitário MOD.....	21
2.2 Preparo Cavitário MOD Restaurado com Resina Composta.....	35
2.3 Preparo Cavitário MOD em Dentes Tratados Endodonticamente	55
2.4 Preparo Cavitário MOD com Reforço das Paredes.....	63
2.5 Força Mastigatória e Pinos	69
3 MATERIAIS E MÉTODO	71
3.1 Materiais	72
3.2 Método	74
3.2.1 Procedimentos para a Confecção dos Corpos de Prova.....	75
3.2.1.1 <i>Inclusão do dente na resina acrílica</i>	75
3.2.1.2 <i>Preparo Cavitário MOD</i>	77
3.2.1.3 <i>Esvaziamento da câmara pulpar</i>	83
3.2.1.4 <i>Demarcação e perfuração para a transfixação do pino de fibra de vidro</i>	84
3.2.1.5 <i>Cimentação do pino de fibra de vidro em posição transfixada</i>	87
3.2.1.6 <i>Restauração com resina composta</i>	88
3.2.2 Ensaio de Resistência à Fratura	93
3.2.3 Análise das Variáveis Qualitativas	95
3.2.3.1 <i>Tipo de fratura dentária</i>	95
3.2.3.2 <i>Diagnóstico do dente</i>	97
3.2.3.3 <i>Tipo de cúspide fraturada</i>	97
3.2.3.4 <i>Teste estatístico</i>	98

4	RESULTADOS	99
4.1	Ensaio de Resistência à Fratura	100
4.2	Análise das Variáveis Qualitativas	102
5	DISCUSSÃO	114
6	CONCLUSÃO	130
	REFERÊNCIAS	133
	APÊNDICES	138
	ANEXO	147

Introdução

1 INTRODUÇÃO

A fratura das cúspides de dentes posteriores é problema vivenciado com frequência na prática clínica. Esse fato merece atenção especial, pois existe o risco da linha de fratura estender-se abaixo da crista óssea, podendo acarretar a perda da peça dentária ou dificultar a sua restauração (LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989).

Os resultados obtidos em pesquisas clínicas e em estudos *in vitro* sugerem que as extensas lesões de cárie e as amplas restaurações intracoronárias têm sido associadas à maioria das fraturas de cúspide (LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989; CAVEL, KELSEY e BLANKENAU, 1985; KHERA et al., 1991; BURKE, 1992). Esses fatores, associados à morfologia dental, colocam os primeiros molares como mais suscetíveis à fratura, possivelmente, por serem os dentes mais acometidos pela doença cárie e subseqüentes restaurações, além de estarem sujeitos ao maior esforço mastigatório (LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989; BURKE, 1992). Dentre os preparos cavitários, aquele que mais enfraquece o remanescente dentário é o tipo Classe II MOD, pois existe a perda de estruturas importantes de reforço, tais como a ponte de esmalte e as cristas marginais (MONDELLI et al., 1980; EAKLE, MAXWELL e BRALY, 1986). A profundidade e a quantidade de dentina existente entre as caixas proximais são parâmetros

importantes neste tipo de preparo e responsáveis pela elevação do estresse gerado, pois a ancoragem das cúspides fica comprometida à medida que o volume dentinário é removido (KHERA et al., 1990; KHERA et al., 1991; LIN, CHANG e KO, 2001; LIN et al., 2001). Os fatores citados ficam mais agravados quando, ao preparo MOD, estiver associado um tratamento endodôntico, pois a arquitetura original do dente estará ainda mais comprometida devido à perda de outra estrutura de reforço: o teto da câmara pulpar. Ela é o elo de ligação entre as cúspides e distribui as tensões mastigatórias e funcionais sobre toda a superfície dental (REEH, MESSER e DOUGLAS, 1989; KHERA et al., 1991; BURKE, 1992). Nessa situação, a opção mais indicada é o recobrimento das cúspides através de restaurações indiretas, pois estaremos recuperando a resistência à fratura da coroa dental praticamente no nível de um dente íntegro (CRAIG e DOUGLAS, 1990; BURKE, 1992; ASSIF et al., 2003). Tal opção, entretanto, envolve preparo cavitário expulsivo, desgaste de estrutura dental sadia, tempo clínico maior e custo mais elevado em relação aos procedimentos restauradores diretos com resina composta.

Lambert, Robinson e Lindemuth (1985) foram os pioneiros em demonstrar que dentes enfraquecidos com preparos MOD amplos, restaurados com amálgama de prata, aumentaram significativamente a sua resistência à fratura quando as paredes vestibular e lingual foram reforçadas com pinos metálicos de retenção, fixados na posição horizontal. Posteriormente, Uyehara, Davis e Overton (1999) associaram o uso desses pinos ao amálgama adesivo, com objetivo de reforçar a cúspide vestibular de dentes molares tratados endodonticamente. Os resultados demonstraram que, além de aumento significativo na resistência à fratura, houve diminuição no grau de comprometimento da estrutura dental frente à fratura.

O aperfeiçoamento na tecnologia adesiva e na composição das resinas compostas possibilitou a realização de restaurações diretas em dentes posteriores com resistência e estética apreciáveis. Diversos estudos demonstraram que a característica adesiva desses materiais favorece a ancoragem das paredes cavitárias em preparos extensos, aumentando a resistência à fratura das cúspides em relação aos materiais restauradores diretos não-adesivos (MORIN, DELONG e DOUGLAS, 1984; LIBERMAN et al., 1990; LIN et al., 2001; HÜR MÜZLÜ et al., 2003; CERUTTI et al., 2004).

Outro avanço tecnológico foi o desenvolvimento dos pinos flexíveis, tais como os de fibra de vidro, que, além de estéticos, proporcionam maior proteção à fratura ao remanescente dentinário quando comparado ao sistema rígido dos pinos metálicos. Isso se deve ao seu módulo de elasticidade ser próximo ao da dentina (PEGORETTI et al., 2002).

A introdução de tais materiais vem possibilitando a resolução de problemas antigos, inerentes à prática clínica diária através de novas abordagens, tais como a realização de restaurações indiretas de cerâmica pura sem núcleo metálico, obtendo-se estética superior.

Tendo em vista as colocações anteriores, esta pesquisa visa a utilizar *in vitro* um pino de fibra de vidro transfixando as paredes vestibular e lingual de preparos MOD profundos, preparados em dentes molares desvitalizados, com o objetivo de:

- Avaliar a resistência à fratura dos preparos cavitários, com e sem a presença do pino de fibra de vidro;
- Avaliar a resistência à fratura dos preparos cavitários, restaurados com resina composta de forma direta, com e sem a presença do pino de fibra de vidro;

- Avaliar o padrão de fratura dos preparos cavitários, restaurados ou não, com ou sem a presença do pino de fibra de vidro.

Justifica-se este trabalho pela sua relevância clínica, pois, dependendo dos resultados obtidos para a resistência dental à fratura, poderá representar mais uma opção restauradora estética e de menor tempo clínico, evitando desgastes adicionais de tecido sadio e proporcionando longevidade à estrutura dental.

Como hipótese temos a seguinte afirmação: a transfixação horizontal de um pino de fibra de vidro entre as paredes vestibular e lingual de um preparo MOD, realizado em molares com tratamento endodôntico, restaurados com resina composta de forma direta, promove resistência à fratura similar àquela coroa dental hígida ou restaurada com resina composta direta sem a presença do pino.

Revisão da Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

Tendo em vista os diferentes aspectos envolvendo o tema deste estudo, a revisão de literatura concernente à resistência à fratura foi relacionada com os seguintes tópicos, a saber:

- Preparo cavitário MOD.
- Preparo cavitário MOD restaurado com resina composta.
- Preparo cavitário MOD em dentes tratados endodonticamente.
- Preparo cavitário MOD com reforço das paredes.
- Força mastigatória e pinos.

2.1 Preparo Cavitário MOD

Mondelli et al. (1980) avaliaram a resistência à fratura de dentes com preparos oclusais de diferentes dimensões. Os dentes premolares foram padronizados por tamanho, e aqueles que apresentaram fraturas ou trincas foram descartados. Nos preparos tipo Classe I, as paredes vestibular e lingual ficaram paralelas entre si com profundidade média de 2,5mm. As cavidades foram preparadas em três dimensões vestibulo-lingual do istmo. O preparo mais estreito mediu um quarto da distância intercuspídea, o preparo médio, um terço da distância intercuspídea e o mais largo, a metade da distância intercuspídea. Nos preparos tipo Classe II,

a porção oclusal foi exatamente a mesma daquela dos preparos tipo Classe I. A profundidade proximal variou de 1mm na parede gengival a 2mm na parede áxio-pulpar. A dimensão vestibulo-lingual da porção proximal foi, em média, um terço da largura vestibulo-lingual do dente. Nos preparos tipo Classe II MOD, foram aplicadas as mesmas dimensões dos preparos tipo Classe II. Dez dentes foram preparados com cada uma das três larguras de cada tipo de preparo cavitário, sendo que mais dez dentes hígidos foram incluídos como grupo controle, perfazendo o total de 100 amostras testadas. Os corpos de prova foram submetidos a cargas axiais de compressão em uma máquina de testes universal (Losenhausenwerk, Düsseldorf, Alemanha Ocidental) com velocidade de 0,5mm/min. Uma esfera de aço de 4mm de diâmetro contactou as cúspides vestibular e lingual dos dentes testados, simulando o contato oclusal com um premolar inferior. Como resultado, os dentes controle apresentaram os maiores valores médios, diminuindo progressivamente, à medida que quantidades de dentina e esmalte eram removidas. A largura do istmo teve um impacto menor em preparos Classe I do que em preparos Classe II. Tal fato provavelmente deve-se à presença das cristas marginais pelas quais o estresse passa através dos tecidos duros remanescentes. Em restaurações Classe II, o efeito de cunha somado à carga permanece no interior da cavidade, causando estresse horizontal com tendência à fratura das paredes da cavidade. As conclusões obtidas deste estudo aplicaram-se especificamente a premolares superiores. Todos os preparos cavitários oclusais diminuíram a resistência do dente em relação à largura do preparo. O preparo oclusal tipo Classe I apresentou resistência à fratura maior do que a obtida no preparo tipo Classe II de igual largura.

Na pesquisa clínica, realizada por Cavel, Kelsey e Blankenau (1985), foram avaliados vários fatores envolvidos na fratura dental. Cento e dezoito dentes foram analisados em relação aos seguintes fatores: arco dentário, tipo de dente, cúspide específica fraturada, tipo de

restauração presente e, quando adequada, incluiu o número de superfícies envolvidas, o material restaurador usado, largura do istmo do preparo e antagonista. Nesse estudo, os arcos de referência foram maxila e mandíbula. Os tipos de dentes selecionados foram premolares e molares. Ao registro da cúspide envolvida fraturada, foi acrescentado se era funcional ou não-funcional. A largura do istmo do preparo foi registrada como (1) estreita: até um terço ou menos da distância intercuspídea; (2) média: um terço até a metade da distância intercuspídea e (3) larga: maior do que a metade da distância intercuspídea. Também foram coletados dados sobre o antagonista do dente fraturado, tais como, natural ou artificial, íntegro ou restaurado e tipo de restauração existente. Quando artificial, foram feitas anotações adicionais sobre o tipo de prótese e de material (acrílico, resina, porcelana ou coroa metálica). Das 118 fraturas de cúspide observadas neste estudo, 59 ocorreram no arco superior e 59 ocorreram no arco inferior. Na maxila, 30 ocorreram em molares, enquanto 29 ocorreram em premolares. No arco inferior, 53 foram em molares, enquanto seis foram em premolares. No contexto geral, 83 das fraturas de cúspide ocorreram em molares, enquanto 35 foram em premolares. Na arcada superior, 36 das fraturas ocorreram nas cúspides não-funcionais (vestibulares), enquanto 25 ocorreram nas funcionais e no arco inferior, 51 fraturas ocorreram nas cúspides não-funcionais (linguais), enquanto 14 ocorreram nas cúspides funcionais. Em relação ao tipo de dente, 35 cúspides fraturadas ocorreram em premolares, e 91 em molares. Quanto ao tipo de restauração e à largura do istmo, o predomínio das fraturas ocorreu em dentes com restaurações de amálgama e istmos largos e com três ou mais faces envolvidas. Quanto ao dente antagonista, a maior incidência foi apresentar-se restaurado com amálgama e, posteriormente, íntegro. Exceção dada aos molares superiores cuja segunda maior incidência foi do antagonista ser portador de uma coroa total metálica. Nenhum dente fraturado foi antagonista de uma dentição artificial. Os autores concluíram, frente aos resultados deste estudo, que deveria ser avaliada cuidadosamente a resistência das cúspides quando três ou

mais superfícies restauradas estivessem presentes, assim como a presença de um istmo amplo. Uma atenção especial deveria ser dada às cúspides não-funcionais, especialmente àquelas de molares inferiores. O recobrimento de cúspides com amálgama ou metal protegerá as cúspides enfraquecidas. O tipo de dente antagonista também deve ser avaliado. Se um dente natural estiver presente, as mesmas regras deveriam ser seguidas. No caso do dente ser artificial, as regras poderiam ser usadas com moderação, visto que o risco da oclusão causar fratura de cúspide ser menor.

No estudo clínico, realizado por Eakle, Maxwell e Braly (1986), foram examinados 191 pacientes com 206 fraturas completas e incompletas em dentes posteriores. A idade dos pacientes variou entre 14 a 76 anos, com 66,5% mais jovens que 40 anos. O número de fraturas ocorridas em cada arco foi quase igual. Os primeiros molares inferiores foram os que mais freqüentemente fraturaram. As cúspides linguais dos molares inferiores fraturaram mais freqüentemente do que suas cúspides vestibulares numa relação de dois para um. Em molares e premolares superiores, as cúspides vestibulares e linguais fraturaram praticamente com a mesma freqüência. Segundo os autores, embora o presente estudo não tivesse examinado especificamente a ocorrência de fraturas entre dentes isolados, presume-se que eles seriam submetidos a um estresse maior do que aqueles dentes cujo estresse pudesse ser dividido com os seus adjacentes. Em relação à largura do istmo das restaurações de 109 dentes, os dados coletados demonstraram número menor de fraturas ocorridas em dentes com restaurações mais conservadoras, ou seja, istmos com um quarto da distância cuspídea e crista marginal intacta, porém 77% ocorreram em dentes com restaurações Classe II. Com isso, os autores puderam concluir que quanto mais estrutura dental era removida em relação ao centro do dente, como, por exemplo, um preparo MOD, tanto mais enfraquecida ficava a estrutura dental remanescente. Devido ao estudo, os autores concluíram que os dentistas podem

prevenir fraturas dentais usando métodos menos invasivos, utilizando preparos cavitários conservadores ou promovendo a proteção de cúspides quando fatores predisponentes indicarem que o dente está sob risco significativo de fratura.

O estudo realizado por Lagouvardos, Sourai e Douvitsas (1989) avaliou alguns dos fatores envolvidos nas 200 fraturas registradas de dentes posteriores em pacientes que estavam sendo tratados na University of Athens Dental School, durante os anos de 1986 a 1987, tais como a idade do paciente, a vitalidade da polpa e a localização ou término gengival. As fraturas ocorreram devido à mastigação e foram examinadas pelos autores durante as aulas de clínica prática quando um questionário foi preenchido após o exame clínico. Por meio desse instrumento, colheram-se informações em relação à idade do paciente, tipo de dente, localização da fratura (vestibular ou lingual), direção da fratura (gengival, subgengival, supragengival) e distância do término da fratura à crista gengival em casos de fraturas supra ou subgengivais. Das fraturas registradas, 87 foram observadas em homens (43,5%) e 113 em mulheres (56,5%). Tais percentagens tiveram relação com o retorno dos pacientes à clínica para trocá-las ou restaurá-las. Portanto, as fraturas das coroas de dentes posteriores não se mostraram afetadas devido ao sexo do paciente. Uma grande percentagem delas ocorreu em pacientes com menos de 49 anos de idade (82,5%). A freqüência das fraturas foi igual em todos os quadrantes, arcos ou lados. A freqüência mais alta de 43,5% foi observada nos primeiros molares, seguida de 23% nos segundos molares, 20% nos segundos premolares e 13,5% nos primeiros premolares. A incidência de fratura nos molares inferiores é mais alta do que nos molares do arco superior. O contrário acontece com os premolares, sendo mais alta nos superiores. Portanto, os autores puderam concluir que a morfologia do dente afetou a incidência de fratura em dentes posteriores. As cúspides linguais fraturaram com mais freqüência (64,5%) em todos os quadrantes. Quando a localização da fratura foi relacionada à

vitalidade pulpar, as fraturas da cúspide lingual ocorreram mais freqüentemente do que as vestibulares, independente do dente ter ou não vitalidade pulpar. Então, a freqüência das fraturas não parece estar relacionada às cúspides funcionais e não-funcionais ou a dentes vitais e não-vitais. O preparo dentário para restaurações parece ser o fator de maior influência. O fato da fratura da cúspide lingual ocorrer mais freqüentemente do que a vestibular pode estar relacionado à fragilidade dental durante o preparo cavitário devido à inclinação do dente e/ou a localização da fossa central estar geralmente mais próxima da parede lingual. O acesso para o tratamento endodôntico pode também ser causa da fragilidade dental. Dos dentes fraturados, 47,5% eram desvitalizados e 91,6% deles receberam tratamento endodôntico. A vitalidade pulpar, então, não parece ter relação direta com a incidência de fratura. A maioria dos dentes fraturados (74%) foi restaurada em mais de três faces. A influência da largura do preparo cavitário não foi avaliada porque, em todos os casos, ela foi maior do que um quarto. O término da linha de fratura em relação à crista óssea demonstrou ter relação com a vitalidade pulpar. Nos dentes com vitalidade, a maioria das fraturas foi supragengival. Em contraponto, para o dente não-vital, a maioria das fraturas terminou subgengivalmente. Os autores atribuem isso ao fato de que o tratamento endodôntico destrói a parede pulpar, favorecendo a extensão da linha de fratura para abaixo da crista gengival. Portanto, deve-se preparar acesso endodôntico conservador e proteger o dente através de restaurações com recobrimento de cúspides porque fraturas subgengivais quase sempre ocorrem.

O estudo realizado por Khera et al. (1990) avaliou a anatomia das cúspides funcionais e não-funcionais dos dentes posteriores e seu potencial à fratura sob quatro parâmetros diferentes: (1) largura vestibulo-lingual, (2) ângulo de inclinação cuspídea, (3) espessura do esmalte, (4) ângulo de inclinação da junção amelo-dentinária. Mensurações das cúspides funcionais, exceto das cúspides dos premolares superiores, estabeleceram diferenças que

podem explicar a frequência de fratura. Esses parâmetros sugeriram que a anatomia cuspídea das cúspides funcionais e não-funcionais tem relação potencial com as fraturas. Foram selecionados cinco dentes hígidos dos grupos dos primeiros molares superiores e inferiores, dos segundos premolares superiores e inferiores, dos primeiros premolares inferiores. Os resultados foram analisados para cada dente em termos da diferença em cada parâmetro para a cúspide funcional (trabalho) e não-funcional (balanceio): (a) a diferença na largura das cúspides funcionais dos molares superiores e de todos os dentes inferiores posteriores foi significativamente maior do que a largura das cúspides não-funcionais, com exceção para os premolares superiores; (b) a diferença na inclinação entre a cúspide funcional e não-funcional foi significativa ou teve forte tendência para todos os dentes, exceto para os segundos premolares inferiores. O ângulo de inclinação foi significativamente maior para as cúspides funcionais do que para as não-funcionais. Nessas medidas, as cúspides funcionais tiveram maior inclinação do que as não-funcionais, exceto as dos primeiros premolares mandibulares. A espessura de esmalte foi semelhante para as cúspides funcionais e não-funcionais dos segundos premolares inferiores. Todos os outros tipos de dentes mostraram diferença significativa em espessura de esmalte para cúspides funcionais ou tiveram forte tendência a isso. A diferença no ângulo de inclinação da junção amelo-dentinária entre as cúspides funcionais e não-funcionais não foi significativa nos dentes superiores, mas foi significativa em todos os dentes inferiores. Também foi observado que todas as cúspides funcionais tiveram um plano ao longo da junção amelo-dentinária com várias angulações (biplano e triplano) no terço oclusal do dente. Isso resultou em concavidade relacionada ao aumento da espessura do esmalte nas cúspides funcionais no terço oclusal dos dentes. A junção amelo-dentinária das cúspides não-funcionais, por outro lado, teve geralmente inclinação em um único plano. Os achados desse estudo serviriam, segundo os autores, para alertar o clínico quanto ao diagnóstico de cúspides enfraquecidas ou fragilizadas pela cárie ou procedimentos

restauradores. Seria aconselhável prestar atenção ao potencial à fratura e fornecer uma proteção adicional para tais cúspides. Tal fato pode significar o uso de compósito, um pino de reforço na(s) cúspide(s), antes da inserção do material restaurador, ou restauração indireta metálica fundida ou estética. Essas condutas podem prevenir a fratura da cúspide, como também evitar algum dano relacionado a trauma devido a relações oclusais alteradas.

Khera et al. (1991) avaliaram a influência do estresse compressivo, variando a dimensão de três diferentes parâmetros em um preparo cavitário MOD: a largura do istmo, a profundidade e a espessura do remanescente dentinário interaxial no sentido mésio/distal. Tal estudo foi realizado através do método dos elementos finitos em oito modelos diferentes de preparos MOD, comparando-os com um dente hígido sem preparo: um com preparo cavitário mínimo denominado ideal (I), dois semelhantes ao (I), variando somente a profundidade (modelo D-2 e modelo D-3), dois semelhantes ao (I), variando somente a largura do istmo (modelo W-4 e modelo W-5), dois semelhantes ao (I), variando somente a largura interaxial dentinária (modelo A-6 e modelo A-7) e um preparo cavitário (modelo DW-8) muito largo, como o W-5 e tão profundo quanto o D-3 (assoalho pulpar no mesmo nível do assoalho gengival das caixas proximais, sem dentina interaxial). Uma carga vertical de 170 N foi distribuída igualmente em toda a superfície oclusal para simular a presença no local de alimento durante o ato mastigatório. A maior tensão compressiva demonstrada no dente hígido foi denominada de máxima tensão compressiva. Comparando com o dente hígido, foram observados níveis mais altos de tensão compressiva na região do esmalte imediatamente abaixo do assoalho pulpar nos modelos cavitários, sendo ainda mais alto no modelo DWA-8. Na dentina, entretanto, observou-se um padrão único de tensão levemente mais alto daquele obtido para o dente hígido. Somente o modelo DWA-8 apresentou valores mais altos em todas as seções de dentina. O comportamento diferente entre os dois tecidos

dentários frente aos diferentes modelos de preparos cavitários, segundo os autores, pode ser atribuído, parcialmente, às diferenças entre as suas propriedades físicas e, parcialmente, à quantidade remanescente desses tecidos. Analisando o parâmetro profundidade, os autores puderam observar que a dentina, no centro do assoalho pulpar, experimentou importante troca no caráter dos valores mais altos da tensão compressiva para valores de tensão de tração, enquanto que nada mudou em relação ao esmalte vestibular e lingual. Isso foi observado mesmo no modelo D-3 cuja profundidade foi máxima, porém a largura manteve-se igual a do preparo cavitário ideal (I). Essa combinação de estresse de tensão no centro do assoalho pulpar e forte estresse compressivo em cada lado dele representaram, de acordo com os autores, importante papel no desencadeamento da fratura cuspídea. Para o parâmetro largura do istmo como fator único, ficou demonstrado que não teve efeito maior no remanescente dentário. Isso não significa não ter um efeito prejudicial. Segundo os autores, o parâmetro profundidade pareceu influenciar de forma mais crítica os valores e o caráter do estresse do que a largura do istmo. Quanto ao parâmetro espessura da dentina interaxial, ficou demonstrado que qualquer quantidade presente foi capaz de prevenir a troca do caráter do estresse compressivo em estresse de tração, parecendo ser um fator mais crítico em preparos cavitários MOD do que a largura do istmo. Comparando todos os parâmetros entre si, os autores concluíram que a profundidade do preparo cavitário é o fator mais crítico em relação à fratura do dente ou das cúspides, enquanto que a largura do istmo, isoladamente, é o menos crítico. O estresse de compressão gerado pelas forças mastigatórias em cavidades MOD profundas, chegando até a região do assoalho pulpar, libera de forma simultânea estresse de tração, podendo desencadear a fratura de cúspide. Na decisão entre uma restauração *inlay* ou *onlay* para um preparo cavitário MOD, os autores fundamentaram que se deve considerar em ordem decrescente de importância a profundidade da cavidade, a espessura da dentina interaxial presente e a largura do istmo.

Burke (1992) realizou uma revisão de literatura sobre fratura dental *in vivo* e *in vitro* em relação à incidência, causas e metodologias empregadas. Restaurações e lesões de cárie extensas tendem estar associadas à maioria das fraturas. A incidência de fratura é mais alta nos primeiros molares permanentes, especialmente, na mandíbula. A anatomia dental influencia a incidência à fratura, assim como a força funcional aplicada às cúspides. O risco à fratura em dentes restaurados pode ser reduzido com o recobrimento de cúspides. As técnicas destrutivas promovem informações válidas, entretanto, réplicas e técnicas não-destrutivas também têm seu valor. O efeito do tipo restauração/cavidade na resistência dental à fratura tem sido o método estabelecido de investigação por mais de três décadas. Existe muita variedade entre as metodologias, tais como tipos de dentes, tamanhos de cavidades, inclinação e localização da força aplicada (vertentes das cúspides, restauração), velocidade do teste, modelos dos dispositivos de compressão (esfera, barra cilíndrica, dispositivos especificamente desenvolvidos), com ou sem preparos de pontos de apoio para estabilização da força aplicada, técnica destrutiva (aplicação da força até a fratura), técnica não-destrutiva (medidores de tensão, técnicas fotoelásticas, modelos matemáticos através dos elementos finitos). Na técnica destrutiva, é importante assegurar que a esfera ou a barra esteja posicionada contatando somente com a inclinação da vertente vestibular e lingual das cúspides, e não com a restauração. Sob essas condições, quando a força compressiva é aplicada sobre o dente, as cúspides vestibulares e linguais são colocadas sob estresse de compressão e deformam exteriormente (para fora) com uma resultante de tensão na interface dente/restauração. Entretanto, se tal força de compressão for aplicada somente sobre a restauração, ela será transmitida da restauração para o substrato dental, conseqüentemente deixa um estresse de tensão na interface dente/restauração. Enquanto um método alternativo experimental não-destrutivo pode fornecer informações valiosas sobre o estresse e a tensão gerados por técnicas restauradoras, o ensaio de resistência à fratura permanece sendo um importante método de

investigação de qualquer técnica restauradora nova. Quanto aos outros fatores, como a dimensão da cavidade e a extensão do preparo, as fraturas mais severas foram observadas em restaurações mais profundas. Outros estudos investigaram o efeito de materiais restauradores na resistência dental à fratura: não há diferença significativa entre amálgama e materiais compósitos, porém o reforço de cúspide e o aumento da resistência à fratura podem ser obtidos com o uso de compósito. Dentes com preparo MOD e acesso endodôntico tiveram sua resistência reduzida em 55% do valor daqueles que apresentavam apenas um dos preparos. Os estudos que avaliam a resistência à fratura dental em relação aos preparos e às restaurações, para ter relevância clínica, as forças utilizadas deveriam estar dentro dos limites obtidos para a dentição natural. Em sujeitos saudáveis, com boa dentição, a força máxima de mordida foi calculada ao redor de 300 e 500N, mas com grandes variações individuais. Em sujeitos com sintomas de disfunção mandibular e desgaste dental, a média da força de mordida foi de 471N, com intervalo entre 191-802N. Como valores de força de mordida acima de 800N têm sido medidos clinicamente, forças experimentais deste valor podem ter relevância clínica.

Lin et al. (2001), através do método dos elementos finitos, investigaram as interações mecânicas entre diferentes condições interfaciais e parâmetros cavitários. Nesse estudo, o preparo cavitário realizado foi MOD, e o parâmetro estudado foi a profundidade. Quatro níveis de profundidade foram determinados para o assoalho pulpar: cavidade rasa, cavidade profunda e duas cavidades com níveis intermediários. Duas condições de interface dente/material restaurador foram modeladas: condição de união (dente e restauração compartilharam dos mesmos nós da malha) e condição de contato (as estruturas dente e restauração tiveram suas malhas com nós independentes). Foram aplicados três tipos de cargas com magnitude de 170N: força (1) com inclinação de 45 graus em relação ao longo

eixo do dente, forçando a cúspide lingual; força (2) agindo em três pontos simultaneamente: dois pontos agindo verticalmente na superfície oclusal do material restaurador, e outro agindo igual à força 1; força (3) agindo com pressão uniforme e distribuída em toda a superfície oclusal. Os resultados foram comparados com aqueles obtidos para o dente intacto sob mesmas condições de carga. Na condição de união, os valores para o estresse foram similares aos valores obtidos para o dente intacto, sugerindo que a fratura de um dente restaurado é improvável de ocorrer sob condições de união. Por outro lado, o estresse máximo obtido na condição de contato aumentou sete vezes mais em relação ao dente intacto, aumentando dramaticamente o risco do dente à fratura. Em relação aos tipos de carga, os resultados demonstraram que a força (1) aumentou significativamente o estresse máximo quando comparada com a força (2) e (3). O estresse máximo gerado pela força (1) foi aproximadamente três vezes maior que aquele gerado pela força (2) e dez vezes maior que aquele gerado pela força (3). Portanto, um estresse de tensão na cúspide lingual, gerado por forças com direção inclinada, aumenta dramaticamente o risco do dente à fratura devido ao fato de provocarem o maior encurvamento desta cúspide, sugerindo que um ajuste oclusal no dente restaurado seria uma medida preventiva. O efeito na parede pulpar também foi avaliado, porém, somente com as tensões geradas pela força (1), analisadas neste estudo como as mais danosas. O estresse máximo para as quatro profundidades do assoalho cavitário concentrou-se ao longo da linha correspondente ao encontro da parede lingual com o assoalho pulpar com o valor mais alto localizado em direção ao canto mesial. Comparando esses resultados com o dente intacto, o estresse máximo aumentou dramaticamente quando a profundidade do assoalho pulpar aumentou. Quando foi simulada a condição de contato entre o dente e o material restaurador, o potencial à fratura aumentou de maneira exponencial comparada com a condição de união dente/restauração. Esses resultados confirmam que quanto mais profunda a cavidade tanto maior é o risco para o dente restaurado. Devido à desunião do material das

paredes cavitárias, o risco à fratura pode ser aumentado exponencialmente. Portanto, para a parede pulpar, o maior risco de fratura observado foi na cavidade MOD mais profunda. A existência de um assoalho pulpar foi essencial, mesmo estando apenas 1mm acima da parede gengival. Os resultados indicaram que a escolha de um bom sistema adesivo é tão importante quanto a redução da profundidade da cavidade e o ajuste oclusal.

No estudo, Lin, Chang e Ko (2001) desenvolveram um modelo de elementos finitos em terceira dimensão para analisar o comportamento biomecânico de um preparo cavitário MOD, realizado em dente premolar superior e restaurado com liga de ouro. Os níveis de estresse sob uma força de 170N foram relacionados com os seguintes fatores analisados: profundidade da parede pulpar, largura do istmo e espessura interaxial de dentina no preparo cavitário. Trinta modelos foram criados com quatro níveis de profundidade relacionados com três padrões de largura do istmo e três espessuras de dentina interaxial. O volume removido de estrutura dental foi registrado para cada preparo cavitário. Em relação ao efeito do estresse, a pior interação foi aquela que concentrou a ação da força sob a cúspide lingual com 45 graus de inclinação em relação ao longo eixo do dente na interface da parede cavitária com a restauração. Esse efeito biomecânico no modelo simulado resultou em uma fresta entre a parede da cavidade e o material restaurador, indicando que fissuras podem se propagar ao longo da interface e que o estresse de tensão sempre foi maior no sentido da desunião interfacial para todos os modelos elaborados. Em geral, alta concentração de estresse pode ser observada ao longo da linha do ângulo axio-pulpar palatino. O esmalte sustentou maior estresse que a dentina. Ficou demonstrado que o estresse de tensão no esmalte elevou-se dramaticamente com a perda de volume da cavidade. A dentina também demonstrou elevação, mas a tendência não foi tão forte quanto aquela para o esmalte. A alteração individual dos três parâmetros nos modelos cavitários aumentou o pico do estresse para todos

de forma significativa ($p < 0,05$), com exceção para a largura. A taxa de elevação denominada de “taxa volumétrica de estresse” (elevação do estresse pelo aumento de uma unidade de volume a ser restaurado) foi diferente entre todos os parâmetros. A profundidade foi o fator mais crítico determinante da elevação do estresse no esmalte enquanto que a espessura interaxial foi o mais importante parâmetro na dentina. A largura do istmo foi o fator que menos comprometeu o esmalte e a dentina remanescente, respectivamente. Os achados dessa pesquisa não concordaram totalmente com o tradicional conceito de que a preservação de estrutura dental reduz o risco de fratura dentária.

O estudo realizado por Bader, Shugars e Sturdevant (2004) avaliou 517 dentes fraturados de 498 pacientes e registrou os resultados em relação à distribuição de dentes e cúspides fraturados, severidade de fratura e tratamento recebido até dois anos após a fratura. Fraturas em dentes superiores e inferiores ocorreram com frequência similar. Na maxila, os primeiros e os segundos molares e premolares fraturaram aproximadamente com a mesma frequência, sendo as fraturas de premolares mais severas. Na mandíbula, os primeiros molares computaram, aproximadamente, 50% de todas as fraturas e foram, provavelmente, aquelas mais severas. As cúspides sem proteção foram mais comumente fraturadas em ambos os arcos. A proporção de dentes fraturados que recebeu tratamento “catastrófico” foi baixo: 3% extrações e 4% tratamento endodôntico. A grande maioria dos dentes fraturados foi tratada com o uso de materiais restauradores diretos em uma única sessão. O conhecimento de uma proporção relativamente pequena de dentes fraturados, que sofreram conseqüências sérias, e da possibilidade inerente de uma cúspide à fratura deverá ajudar os dentistas e os pacientes a tomarem decisões mais fundamentadas em relação a uma intervenção restauradora preventiva à fratura.

2.2 Preparo Cavitário MOD Restaurado com Resina Composta

Cameron (1976) avaliou, em sua pesquisa, 102 dentes posteriores em relação à síndrome do dente trincado. Uma estimativa da pressão de mordida foi feita pelos pacientes e pelo autor. Um terço dos pacientes exerceu força média, dois terços exerceu força severa ou foram fortes mordidas ou cerramentos. Quase todas as trincas estenderam-se em uma direção méso-distal e diferiram somente no grau de profundidade e comprimento. Somente duas trincas foram incomuns e estenderam-se no sentido vestibulo lingual. Restauração *onlay* ou coroa promovem tratamento melhor do que endodontia ou extração. O efeito de união desses procedimentos deve proteger o dente e prevenir futuras rachaduras. Há relação direta entre o tamanho das restaurações e o número de dentes trincados. Naturalmente, os dentes com três faces envolvidas foram os mais fracos. Quanto mais extensa e profunda a restauração, menor quantidade de dente permanece como remanescente para suportar a carga. A profundidade do preparo de uma cavidade MOD é fator importante para o enfraquecimento da estrutura dental.

Bell, Smith e Pont (1982) observaram clinicamente que, após alguns anos, ocorriam fraturas de cúspides em dentes molares e premolares com preparos cavitários MOD restaurados com amálgama de prata. A proposta desse estudo foi elucidar o mecanismo dessas ocorrências de fraturas como também propor alternativa de restauração para preveni-las. Uma avaliação foi realizada em 26 cúspides fraturadas, sendo nove de molares, oito de premolares e nove cúspides fornecidas por dentistas, conhecendo-se, então, a idade aproximada de cada restauração. Essa inspeção foi realizada sob microscopia eletrônica de varredura com magnificação de 1000 vezes e também sob microscopia óptica de 100 vezes para avaliar as cúspides fraturadas, os planos de fratura e as trincas. A principal causa de 21, entre as 26 fraturas das cúspides, foi conhecida: 16 foram atribuídas a uma forte e inesperada mordida

sobre um objeto duro ou a um alimento incomum de consistência firme e cinco faliram em função, mas não relacionada a algum alimento específico. As causas conhecidas foram: ameixa seca, pedras, caroços, balas, caroço de azeitona, osso e casca de pão. As idades reportadas para as restaurações foram entre oito e quinze anos. Um modelo matemático de elementos finitos foi elaborado para avaliar os níveis de estresse e buscar explicação sobre a origem da fratura dental em restaurações MOD. Um dente molar inferior foi criado e as condições de teste foram as seguintes: (1) dente hígido, (2) dente com restauração MOD em amálgama de prata convencional, (3) dente com restauração MOD adesiva de amálgama prata, (4) dente com restauração MOD, envolvendo a proteção da cúspide em estudo. A carga compressiva escolhida foi representativa de uma mordida cuspídea severa sobre objeto duro. Os resultados mostraram que, para um dente hígido, a distribuição do estresse foi dada como aceitável, visto que nessa situação, geralmente, é raro acontecer uma fratura de cúspide. Na situação (2), dois pontos importantes foram observados. Primeiro, que a carga não agiu sobre a restauração, e sim foi suportada e distribuída sobre a estrutura dental remanescente, indicando tendência em inclinar a cúspide para fora. Segundo, que a região de estresse máximo foi localizada abaixo do preparo cavitário na região dos ângulos, e a magnitude foi maior do que qualquer outra ocorrida na estrutura dental hígida. Na situação (3), a carga foi compartilhada com o material restaurador e o dente, sendo que a magnitude do estresse aproximou-se daquela observada para o dente hígido. Os autores presumiram ser a união adesiva uma possibilidade de prevenir a fratura. Na situação (4), o *overlay* de amálgama demonstrou que de alguma forma a cúspide foi impedida de se inclinar para fora, e os autores discutiram a idéia de que a contenção da deflexão das cúspides aumentaria a margem de sucesso da restauração, como também preveniria o risco à fratura da estrutura dental. Eles concluíram que, embora a restauração MOD não tome parte diretamente na absorção das cargas mastigatórias, estas estão sempre presentes quando comemos e se concentrarão abaixo

do assoalho na região dos ângulos do preparo cavitário. Então, toda vez em que um estresse de tensão ocorrer nos tecidos dentais friáveis como o esmalte e a dentina, se houver uma trinca, haverá a possibilidade de estender-se. A propagação geralmente ocorre em direção do maior gradiente de estresse e ficou demonstrado nesse trabalho coincidir com os planos das fraturas das cúspides examinadas.

No estudo realizado por Morin, DeLong e Douglas (1984), foi medida a flexão das cúspides de dentes submetidos a três procedimentos restauradores não-adesivos e dois adesivos à estrutura dental. Doze premolares superiores extraídos e sem cáries foram utilizados nesse estudo. Os medidores de tensão foram aderidos na região mais convexa da superfície vestibular através da técnica do condicionamento ácido. Os dentes foram incluídos em um cilindro de *nylon* com gesso pedra especial. A força oclusal foi aplicada por meio de uma esfera metálica de 6,3mm de diâmetro colocada em contacto com ambas as cúspides vestibular e palatina, sem nenhum contato com o material restaurador. Sob estas condições, pela ação da força, as cúspides sofreram deformação para fora. Cada amostra recebeu um preparo cavitário oclusal, um preparo cavitário MOD e restaurações adesivas e não-adesivas. Os autores, avaliando seus resultados, de forma geral, observaram que os preparos MOD e as restaurações não-adesivas puderam ser agrupados com uma média relativa de rigidez entre 0,48 a 0,68, sendo que o valor referência dado para o dente hígido foi igual a 1,0. Já as restaurações adesivas apresentaram uma média entre 0,83 e 0,88, significando que a coroa dental manteve mais de 80% da rigidez original. Comparando as curvas do desenvolvimento e da liberação da tensão, elas foram amplamente divergentes entre o dente hígido e a restauração não-adesiva, indicando recuperação cuspidéa à forma original em razão muito lenta após a remoção da força, resultando em uma intermitente fresta entre o tecido duro e a restauração. As curvas para os dentes com restaurações adesivas apresentaram forma muito

semelhante àquela para o dente hígido, mostrando uma leve histerese. Portanto, um ponto importante a favor da técnica adesiva com condicionamento ácido é que o dente restaurado não somente resistiu mais à deformação, como também apresentou reduzida histerese, indicando possível fechamento da fresta.

Eakle (1986) propôs, em seu estudo, avaliar se haveria diferença na resistência à fratura dos dentes com preparos cavitários Classe II, restaurados com resina composta aderida ao esmalte ou para ambos esmalte e dentina. Foram utilizados dentes premolares superiores. Todos os dentes (n = 48) receberam um preparo MOD modificado, que consistiu numa canaleta com paredes paralelas talhadas através da superfície oclusal, acompanhando o sulco central, de mesial à distal, sem caixa proximal. Suas dimensões foram de 3mm de profundidade e 1,5mm de largura, aproximadamente um quarto da largura intercuspeada. Foram divididos em três grupos: (1) dentes unicamente com o preparo cavitário, (2) dentes com o preparo cavitário restaurados com resina composta e união adesiva ao esmalte, (3) dentes com o preparo cavitário restaurados com resina composta e união adesiva ao esmalte à dentina. Os resultados mostraram que os dentes dos Grupos (2) e (3) foram mais resistentes à fratura do que os do Grupo (1), sendo que somente o Grupo (3) apresentou diferença significativa para com ele. Todas as fraturas ocorreram entre a parede vestibular ou palatina do preparo e a restauração, e nenhuma no corpo da resina composta restauradora. As fraturas separaram a cúspide no nível de sua base próxima da junção cimento/esmalte ou separaram o dente através do assoalho pulpar, estendendo-se para dentro da raiz. O autor concluiu que os resultados deste estudo indicaram aumento na resistência à fratura de dentes com preparos MOD modificados, restaurados com resina composta e união adesiva em esmalte e dentina dentro do meio ambiente laboratorial.

Watts (1986) investigou o comportamento biomecânico de cavidades Classe II realizadas em dentes molares inferiores e restauradas com resina composta. Uma seleção randomizada de oito dentes foi realizada para formar o grupo (a), controle composto de dentes íntegros. Nos grupos (b) e (c), os dentes receberam pequenos preparos cavitários M/DO e MOD respectivamente. Forças oclusais foram aplicadas paralelas ao longo eixo axial da coroa anatômica do dente através de uma barra cilíndrica de aço inoxidável com 8,0mm de diâmetro montada em uma máquina de ensaio universal. A força foi aplicada com velocidade de 1mm/min até ocorrer a fratura. Nos dentes hígidos, a carga foi aplicada até o momento da fratura inicial do dente. A partir desse ponto, pequenos fragmentos foram desprendidos da coroa e/ou a coroa foi totalmente trincada. Para os dentes restaurados, a força registrada foi a máxima para causar a fratura. A média dos resultados obtidos para resistência à fratura para os dentes íntegros foi $4,05\text{kN} \pm 0,91$; para restaurações M/DO foi $2,47\text{kN} \pm 1,31$ e para as restaurações MOD foi $3,25\text{kN} \pm 0,30$. Para o deslocamento vertical das cúspides, a média foi de $0,945 \pm 0,46$ para restaurações M/DO e de $1,27 \pm 0,16$ para restaurações MOD. As fraturas foram em maior proporção, envolvendo o esmalte, a dentina e a polpa ou envolvendo a raiz com restaurações MOD. Tais fraturas podem ser consideradas um dano irreparável à estrutura dental. Para as fraturas nas restaurações M/DO, envolveram basicamente o esmalte e a dentina, sendo potencialmente restauráveis. Discutindo seus resultados, o autor concluiu que os preparos cavitários mínimos restaurados com resina híbrida para posterior, realizados em seu estudo, não conduziram a diferenças significativas entre si em relação à resistência à fratura de suas coroas ($p < 0.0001$), mesmo que as forças para as restaurações MOD tenham sido mais reprodutíveis. Entretanto, as fraturas mais catastróficas foram associadas às restaurações MOD que faliram com altas cargas. Embora seus achados sejam consistentes com a literatura, alguma diferença em resultados pode ser atribuída às diferenças de diâmetro entre as barras ou esferas utilizadas nos diversos estudos. Argumenta que, dentro de certos

limites, o diâmetro não é um fator importante, desde que seja especificado e mantido constante durante todo o estudo. Em relação ao comportamento elástico entre força e deslocamento vertical, os cálculos feitos demonstraram um valor de 13,3GPa. Esse valor aproximado para a rigidez da coroa restaurada se equivale favoravelmente ao módulo de elasticidade da dentina 13GPa (apud VREE et al., 1984). O módulo de elasticidade de um compósito híbrido varia entre 8,5 a 15GPa (apud EL MOWAFY, 1984), dependendo do seu conteúdo de carga. Então, mesmo em cavidades pequenas como as deste estudo, onde a fratura de esmalte ocorreu somente em um único dente, a rigidez da coroa restaurada não parece refletir ao alto módulo de elasticidade do esmalte 50GPa (apud WATERS, 1980). Portanto, a rigidez da dentina e, possivelmente, também a do material restaurador definem de forma global o grau da rigidez.

A proposta do estudo realizado por Stampalia et al. (1986) foi determinar a magnitude da resistência à fratura de dentes premolares superiores, restaurados com a resina composta P10 (3M Dental Products, Minneapolis, MN, EUA) e o adesivo dental Scotchbond (3M Dental Products). A amostra foi de trinta premolares humanos não cariados, não-restaurados e livres de rachaduras. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos: grupo (1) – dentes íntegros; grupo (2) e grupo (3) formaram pares homólogos, isto é, os resultados dos testes foram comparados entre si. A profundidade de cada cavidade foi padronizada em 3mm com largura uniforme, resultando em preparo MOD de um único *slot*, isto é, uma canaleta de mesial à distal sem caixas proximais, unicamente com parede axial vestibular e palatina e um assoalho pulpar. Os dentes do grupo (2) foram restaurados com amálgama de prata Dispersalloy (Johnson & Johnson Dental Products, East Windsor, N.J.) e duas camadas de verniz cavitário (S.S White Co., Holmdel, N.J.). Os dentes do grupo (3) foram restaurados com P-10/Scotchbond, conforme instruções dos fabricantes. Posteriormente, as amostras

foram submetidas ao ensaio de resistência à fratura em uma máquina de teste universal com velocidade de 5cm/min. A barra cilíndrica de diâmetro, com variação de 3,9 a 5mm, foi posicionada nas vertentes das cúspides vestibular e palatina, sem contato com a restauração, para evitar que a carga compressiva no momento do teste fosse absorvida parcialmente pela restauração, tendo a resultante da carga valor sobrestimado daquela requerida para separar o dente. Os resultados mostraram valores mais altos em resistência à fratura para os dentes intactos ($127,8\text{kg} \pm 33,4$) do que em dentes preparados e restaurados, sendo essa diferença estatisticamente significativa no nível de 95%. Não houve diferença estatística entre os dentes restaurados com amálgama de prata ($78,7\text{kg} \pm 24,6$) e aqueles restaurados com P10 ($78,3 \text{ kg} \pm 19,0$). De todas as 22 fraturas observadas nos grupos (2) e (3), com exceção de uma, o rompimento através do assoalho pulpar do preparo cavitário, foi constante. As restaurações com amálgama de prata permaneceram intactas e separadas totalmente da estrutura dental, com exceção de uma que fraturou a cúspide lingual, deixando intactos a restauração e o dente ao redor. Seis das restaurações de resina foram completamente separadas da estrutura dental. As outras cinco tiveram o bloco do material restaurador ou um pequeno pedaço firmemente aderido à estrutura dental. Na discussão, os autores constataram que os resultados obtidos demonstraram que a fratura foi somente dependente do remanescente dentário, visto que ela ocorreu basicamente com a mesma carga (F_1) para ambos os tipos de restauração. Foi observada também uma força (F_2), determinando fracasso da adesão, demonstrada por mudança na inclinação da linha do gráfico exibida pela máquina de teste. Ficou demonstrado, com isso, que o reforço adesivo não é ativo até a força máxima de resistência à fratura. Portanto, a flexão cuspídea (deslocamento) esteve reduzida com forças funcionais abaixo daquela da falência adesiva. O benefício potencial da diminuição na flexão dental inclui também diminuição na microinfiltração e na recidiva de cárie. As condições de esforço desse estudo foram estáticas, comparadas com os esforços dinâmicos repetitivos a que os dentes

estão expostos no meio bucal. O benefício potencial de uma restauração adesiva pode ser a redução na propagação de trincas na estrutura dental e, então, diminuir a falência por fadiga devido à diminuição de seu estresse interno.

Wieczkowski et al. (1988) compararam o efeito da técnica restauradora de incremento único *versus* técnica incremental na resistência à fratura em dentes enfraquecidos por preparos cavitários MOD amplos, utilizando dois tipos de compósitos restauradores para posteriores: P-30 (3M Dental Products, Minneapolis, MN, EUA) e Ful-fil (L.D. Caulk Co., Milford, DW, EUA). A amostra constituiu-se de 48 premolares superiores, extraídos por razões ortodônticas e padronizada pela soma entre a maior dimensão vestibulo/palatina e méso/distal de suas coroas. Foram separados em quatro grupos (n = 12): grupo (1) P-30 – técnica de incremento único; grupo (2) P-30 – técnica incremental; grupo (3) Ful-fil – técnica de incremento único; grupo (4) Ful-fil – técnica incremental. Com exceção da técnica restauradora, todos os grupos seguiram as recomendações dos respectivos fabricantes. A técnica restauradora para os grupos (1) e (3) consistiu na colocação e fotopolimerização de um único incremento da resina composta na caixa proximal até o nível do assoalho pulpar da caixa oclusal e outro incremento único na caixa oclusal. Para os grupos (2) e (4) foi utilizada a técnica incremental, consistindo na colocação e fotopolimerização de cada incremento individualmente na seguinte ordem: na parede palatina das caixas proximais em plano inclinado, indo da metade do assoalho gengival até a altura do assoalho pulpar oclusal, na parede vestibular das caixas proximais da mesma forma que a da palatina. Esse procedimento foi repetido para as paredes vestibular e palatina do preparo oclusal e para a porção oclusal das caixas proximais. Em nenhum momento, os incrementos foram colocados em contato com ambas as paredes vestibular e palatina. Os resultados do presente estudo indicaram que os dentes restaurados com a técnica incremental resistiram mais à fratura. Os autores sugeriram que, em preparos

MOD identificados frágeis, como deste presente estudo, a técnica incremental mostrou claramente o seu benefício, podendo ser importante a sua utilização nessas situações.

Liberman et al. (1990) avaliaram o efeito de restaurações de resina composta para dentes posteriores na resistência à fratura das paredes cavitárias, comparadas com as restaurações de amálgama. Cada um dos trinta premolares superiores e inferiores selecionados para este estudo tiveram suas raízes montadas em uma base de gesso até 2mm da junção cemento-esmalte, ficando o longo eixo do dente perpendicular ao plano horizontal da base. A largura vestibulo-lingual e méso-distal foram registradas para que os dentes pudessem ser agrupados pelo mesmo tamanho. Preparos cavitários MOD padronizados foram realizados com paredes vestibulares e linguais de 2mm de espessura cada uma e 4mm de profundidade do assoalho pulpar. Os dentes foram divididos randomicamente em três grupos: grupo (1) dentes preparados e não-restaurados (controle); grupo (2) dentes preparados e restaurados com amálgama de prata; grupo (3) dentes preparados e restaurados com resina composta. Todos os corpos de prova foram testados em uma máquina de ensaio universal, com uma carga vertical aplicada em cada cúspide separadamente e velocidade de 0,5cm/min até a fratura. Os resultados demonstraram que as restaurações de resina composta melhoraram significativamente a resistência das paredes cavitárias remanescentes ($74,3\text{kg} \pm 8,5$) comparadas com as restaurações de amálgama ($51,6\text{kg} \pm 7,0$) e com o grupo controle ($40,6\text{kg} \pm 2,9$) no nível de significância 1%. As restaurações de resina composta comparadas com as restaurações de amálgama melhoraram a resistência de união entre a restauração e as paredes cavitárias em 33% e, quando comparadas com o grupo controle sem restauração, aumentaram a resistência à fratura das paredes cavitárias remanescentes em 46,8%. Não houve diferença significativa para as forças requeridas para fraturar as paredes linguais comparada às paredes vestibulares no presente estudo. Uma explicação dada pelos autores sobre a melhor resistência

à fratura para as restaurações de amálgama e de resina em relação ao dente sem restauração é que uma força vertical aplicada sobre as inclinações das cúspides é repartida em forças laterais dirigidas interna e externamente em direção ao lado interno e externo da preparação. O vetor interno opõe-se ao material restaurador, enquanto que, em uma cavidade preparada e sem restauração, não há nada para resistir ao seu vetor interno, o que pode explicar por que uma força mais fraca pode fraturar a parede cavitária. Nesse estudo *in vitro*, os autores concluíram que dentes com preparos cavitários sem restauração são mais suscetíveis à fratura pela ação de forças oclusais comparados a dentes com preparos cavitários restaurados e que restaurações de resina composta, em combinação com a técnica do condicionamento ácido, melhora significativamente a resistência à fratura das paredes cavitárias quando submetidas às forças oclusais comparadas com as de amálgama.

Kamel, Bides e Leinfelder (1995) compararam o pico de maior tensão nas cúspides vestibulares e linguais de dentes molares humanos restaurados com resina composta em função do tamanho da cavidade, material restaurador e técnica restauradora. Dois compósitos foram investigados: Herculite (Kerr Manufacturing Company Romulus, MI, EUA) e compósito condensável P 50 (3M Dental Products Division St. Paul, MN, EUA). Foi selecionado para a amostra um total de 48 dentes molares extraídos, livres de cárie e trincas. Cavidades MOD foram preparadas com três diferentes larguras: 1mm, 2,5mm e 5mm. Um pequeno dispositivo para medir tensões foi aplicado na superfície vestibular e lingual dos dentes preparados. Os registros de tensão foram coletados posteriormente aos procedimentos restauradores e ciclos de fotopolimerização. O comportamento desses materiais foi comparado com dois tipos diferentes de amálgama com alto teor de cobre: Contour (Kerr Manufacturing Company Romulus, MI, EUA) e Dispersalloy (Johnson & Johnson Co. East Windsor, EUA). Foram considerados como grupo controle com um total de 24 dentes

molares. As técnicas restauradoras empregadas foram incremento único e incremental. Para a técnica do incremento único, toda a cavidade foi restaurada somente com um incremento e, depois, registrada a quantidade de tensão resultante da fotopolimerização. Posteriormente, uma canaleta foi preparada no centro da restauração no sentido méso-distal numa profundidade de 2mm e novamente restaurada. A quantidade de tensão foi registrada após a canaleta aberta e depois de restaurada, sendo tais valores comparados com o valor original. Para a técnica incremental, a restauração da cavidade foi completada com os três incrementos a seguir: o primeiro, colocado no nível do assoalho gengival das caixas proximais, o segundo, colocado sobre o procedimento anterior até o nível da caixa oclusal e o terceiro, preenchendo toda a caixa oclusal. A quantidade de tensão gerada foi registrada após a fotopolimerização de cada incremento e subsequente preparação da canaleta e seu preenchimento. A técnica incremental demonstrou diferença estatisticamente significativa ($p=0,001$) quando comparada com a técnica de incremento único. A polimerização da resina composta em três incrementos resultou em padrão de tensão acentuadamente diferente. O incremento gengival produziu menos tensão, o segundo aumentou a tensão, e o terceiro elevou a tensão para o maior valor. Este valor foi quase à metade daquele produzido pela técnica do incremento único. Aumentando o tamanho da cavidade, a tensão nas cúspides aumentou significativamente como resultado da contração de polimerização do material restaurador. Os resultados deste estudo revelaram que a abertura de uma canaleta méso-distal na restauração resultou em imediata liberação da tensão produzida pela contração de polimerização. A subsequente etapa de seu preenchimento aumentou a tensão, porém, em uma quantidade menor do que o valor inicial. Concluindo, os autores expuseram que a técnica incremental minimiza a tensão cuspídea em relação à técnica de incremento único.

Meredith e Setchell (1997) buscaram medir as tensões e deslocamento que ocorrem durante inserção e polimerização da resina composta restauradora e estabelecer a existência de uma relação entre elas e o deslocamento cuspídeo. Para tal, foram usados dispositivos elétricos colados nas cúspides vestibulares e linguais de cada corpo de prova. Foram utilizados dentes molares inferiores previamente selecionados com tamanho e forma padronizados. Preparos cavitários MOD foram realizados com dois tipos de largura: grupo (a) (n = 20) com largura de 2,3mm, aproximadamente um terço da largura vestibulo-lingual, sendo o preparo realizado na parte central da face oclusal, ficando a cúspide vestibular com espessura em torno de 4,0mm, e a lingual com 3,7mm; grupo (b) (n = 20) com largura de 3,5mm e a espessura do remanescente da cúspide vestibular igual a 2,9mm e da lingual 3,6mm. O objetivo de usar dois tamanhos de cavidade teve como motivos: primeiro, saber se o aumento no tamanho da restauração e do volume do compósito usado resultaria em maior tensão de esforço e, em segundo, se a redução na largura da cúspide vestibular nas cavidades largas do grupo (b) poderia resultar em maior encurvamento e esforço durante a polimerização do compósito. Para a restauração das cavidades, foram utilizados dois tipos de resina composta para posterior e o sistema adesivo foi da mesma marca comercial das resinas. Os materiais seguiram as instruções de uso dos fabricantes e a técnica usada foi a incremental. Nessa pesquisa, as tensões foram registradas nas superfícies vestibular e lingual durante a polimerização de cada incremento de compósito colocado na cavidade. O deslocamento da cúspide vestibular para dentro, em direção à restauração, foi também observado. Esse comportamento pode ser explicado, segundo os autores, pela transmissão do estresse da contração de polimerização do compósito via a interface adesiva à estrutura dentária remanescente. O material foi colocado em três incrementos horizontais iguais de aproximadamente 1,3mm e fotopolimerizados por 45s. O maior aumento de tensão foi observado durante a polimerização do incremento oclusal e, provavelmente, isso foi o que

causou a maioria do encurvamento. Houve nítida relação entre o deslocamento e a tensão causada na cúspide vestibular em todas as amostras, sendo significativamente maior nas cúspides vestibulares dos dentes com cavidades MOD mais largas, isto é, cúspides que tiveram sua espessura diminuída. Isso sugere que a largura da cúspide remanescente é um ponto importante a considerar quando estivermos frente à contração de polimerização de um compósito restaurador. Não houve diferença significativa na tensão de esforço entre as cúspides linguais em cada grupo de cavidade, mesmo quando o volume do compósito usado para restaurar as cavidades largas tenha sido aproximadamente 30% maior. Na tentativa de reduzir o estresse produzido na restauração pela contração de polimerização, foi realizada uma canaleta na sua região central, indo de mesial à distal, com largura de 1mm e profundidade igual a do preparo, as medidas de tensão foram registradas com a canaleta aberta e, depois de fechada para todos os corpos de prova, resultando em decréscimo de tensão e deslocamento cuspeideo aproximadamente em 30-40%. Portanto, as tensões foram diminuídas, mas não eliminadas. Quanto aos materiais restauradores, a diferença na tensão de esforço entre eles não foi significativa.

Geurtsen e García-Godoy (1999) fizeram uma revisão do assunto sobre a síndrome do dente trincado, sua prevenção e tratamento através de restaurações adesivas. Diversos artigos revelaram que tal síndrome é um problema comum na prática diária e que, freqüentemente, resulta na extração do dente afetado. Dentes restaurados são os mais sujeitos a essas fraturas incompletas. Portanto, é importantíssimo estabilizar dentes enfraquecidos pelo preparo cavitário. A proteção de cúspides e restaurações adesivas têm sido sugeridas como proposta de esplintagem interna para o dente restaurado. Embora dados contraditórios tenham sido publicados, há evidência que amálgama adesiva ou restaurações com resina composta não aumentam a resistência de dentes com largas cavidades MOD a valores similares ao dente

hígido. *Inlays* de resina composta e de cerâmica, entretanto, aumentaram a resistência à fratura em nível tão alto quanto aquele para um dente saudável livre de cárie. Concluindo essa revisão, recomenda-se para dentes enfraquecidos por preparos cavitários amplos, a fim de serem fortalecidos, o recobrimento de suas cúspides com restaurações de ouro ou cerâmica, por *inlays* de cerâmica ou por *inlays* indiretamente fabricados com resina composta.

O estudo realizado por Çötert, Sen e Balkan (2001) compara a resistência à fratura de cúspides em dentes posteriores restaurados com cinco restaurações adesivas. Para os experimentos foram utilizados 84 molares humanos sadios. As amostras de molares foram divididas em sete grupos. Os primeiros cinco grupos receberam preparos cavitários MOD e o sexto e o sétimo grupo foram introduzidos no estudo como controle. Os preparos MOD foram realizados com a largura da caixa oclusal igual a um terço da distância intercuspídea e das caixas proximais igual a um terço da largura vestibulo/lingual. A margem proximal foi preparada a 1mm da junção cimento esmalte. Foi usada para a profundidade do istmo oclusal a medida de dois terços da distância entre a ponta das cúspides e o assoalho gengival. As paredes vestibular, lingual e axial pulpar foram preparadas levemente divergentes para facilitar o assentamento das restaurações metálicas e de porcelana. O cavo superficial recebeu um bisel como acabamento de margens de 0,5mm, com exceção do grupo restaurado com amálgama. Os preparos foram restaurados com: amálgama adesivo, compósito posterior, *inlay* de resina composta direta, *inlay* metálica e *inlay* de cerâmica pura. Amostras do sexto grupo foram preparadas, mas testadas sem restauração (grupo somente preparado). Amostras do sétimo grupo foram dentes intactos e testados como não-preparados. Todos os procedimentos clínicos foram realizados por um único profissional. As amostras, depois de armazenadas durante uma semana a 37°C, foram submetidas ao teste compressivo de resistência à fratura com cargas no sentido axial até a falência através de uma máquina de ensaio universal. Uma

esfera metálica de 10mm de diâmetro foi usada para contatar a inclinação das cúspides vestibulares e linguais. Os resultados demonstraram que o grupo dos dentes não-preparados apresentou resistência significativamente mais alta em relação aos outros grupos. Os dentes somente preparados foram os mais fracos. Nenhuma diferença significativa foi encontrada na resistência à fratura cuspídea entre os grupos com restaurações. De posse desses resultados, os autores concluíram que a diferença entre a resistência à fratura cuspídea do grupo hígido e somente preparado foi estatisticamente significativa. Os grupos restaurados foram significativamente mais resistentes do que o grupo somente preparado. Entretanto, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos com restaurações.

Dalpino et al. (2002) avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta direta e indireta. Foram selecionados 56 premolares superiores, divididos em sete grupos de oito dentes cada: Grupo (1) dente intacto - controle; Grupo (2): MOD com largura correspondente à metade da distância intercuspídea, com ângulos internos arredondados, paredes convergentes, sem restauração; Grupo (3): MOD com largura correspondente à metade da distância intercuspídea e paredes divergentes; Grupo (4): igual ao grupo (2), restaurado com resina composta direta (Single Bond/Filtek Z250 - 3M ESPE, St Paul, MN, EUA); Grupo (5): igual ao Grupo (3), restaurado com resina composta indireta (Artglass - Hereaus Kulzer, Dormagen, Alemanha/Single Bond/Rely x - 3M ESPE); Grupo (6): igual ao Grupo (3), restaurado com resina composta indireta (Targis - Ivoclar, Schaan, Liechtenstein/SingleBond/Rely X - 3M ESPE) ; Grupo (7): igual ao Grupo (3), restaurado com cerâmica indireta (Empress - Ivoclar, Schaan, Liechtenstein/SingleBond/Rely x - 3M ESPE). As amostras foram submetidas a uma força axial em uma máquina de ensaio universal a 0,5mm/s por meio de uma barra metálica medindo 8mm de diâmetro. Os resultados obtidos para resistência à fratura foram: Grupo (1): 1,91 kN \pm 0,24; Grupo (2): 1,06 kN \pm 0,21; Grupo

(3): 0,93 kN \pm 0,17; Grupo (4): 1,45 kN \pm 0,32; Grupo (5): 1,84 kN \pm 0,55; Grupo (6): 1,81 kN \pm 0,31; Grupo (7): 1,77 kN \pm 0,39. Nesse trabalho, os dentes restaurados com resina composta melhoraram a resistência à fratura do dente não mais que 76%, os dentes restaurados com *inlays* não mais que 95%, e os preparos cavitários MOD para resina e para *inlay* não mais que 55% e 47% respectivamente, quando comparados com o Grupo controle (dentes intactos). A análise estatística não indicou diferença significativa ($p > 0,05$) entre o Grupo (1) com os Grupos restaurados (4,5,6,7). Esses resultados demonstraram que as restaurações indiretas podem ser uma solução satisfatória para restaurar um dente fragilizado com preparo cavitário amplo. Um grande número de amostras nos grupos restaurados com procedimentos indiretos demonstrou fratura longitudinal ou fratura de pelo menos uma cúspide, envolvendo mais do que a metade da restauração e também envolvendo completamente a estrutura dental. Já no grupo das restaurações diretas de resina composta, as fraturas mostraram menor severidade, limitando-se à fratura das cúspides. Os autores concluíram, baseados em seus resultados, que todas as restaurações indiretas avaliadas aumentaram a resistência à fratura similar àquela do dente intacto, enquanto que os dentes restaurados com restaurações adesivas com resina composta aumentaram sua resistência em até 76%, embora a avaliação estatística não tenha demonstrado diferença significativa entre eles. Foi também constatado que preparos cavitários enfraquecem os dentes, independente do tipo de cavidade. Investigações de longos períodos de tempo são necessárias para avaliar a estabilidade das uniões adesivas, devido ao fato de que podem falhar na situação clínica.

O estudo realizado por St-Georges et al. (2003) buscou medir e comparar a resistência de premolares superiores humanos intactos, preparados e restaurados. Uma amostra de cinquenta dentes hígidos foi dividida em cinco grupos de dez dentes. No grupo (1), os dentes estavam intactos sem preparos. Nos demais grupos, foram realizados amplos preparos tipo

Classe II (MOD). No grupo (2), os preparos cavitários não foram restaurados. No grupo (3), os preparos cavitários foram restaurados com *inlays* cerâmicos CAD/CAM condicionados com ácido hidrófluorídrico a 10%. Nos grupos (4) e (5), os preparos cavitários foram restaurados com *inlays* compósitos CAD/CAM os quais receberam como tratamento de superfície condicionamento ácido e jateamento, respectivamente. Todas as restaurações *inlays* foram cimentadas adesivamente, seguindo as instruções do fabricante. As amostras foram testadas individualmente em máquina de ensaio universal, cujo êmbolo esférico de aço de diâmetro de 4,82mm, contatando somente com as vertentes das cúspides, imprimiu força compressiva até a fratura. A velocidade foi de 0,5mm/min. A força máxima de fratura (N) foi registrada para cada amostra. As médias foram analisadas e submetidas à análise de variância ($p \leq 0,05$). Os autores obtiveram como resultados que os dentes com preparos MOD amplos perderam, aproximadamente, 59% de sua resistência. A restauração dos dentes com *inlays* de cerâmica ou com resina não recuperaram a resistência original do dente. Os dentes com *inlays* de compósitos pertencentes ao grupo (5) apresentaram a maior resistência à fratura, embora não tenha havido diferença significativa entre os resultados obtidos em todos os grupos restaurados. Concluiu-se que dentre as limitações deste estudo às restaurações *inlays* adesivas não reforçaram os dentes premolares superiores com amplos preparos MOD sob testes de compressão de carga estática.

Allara, Diefenderfer e Molinaro (2004) compararam a resistência à fratura de molares restaurados com resina composta condensável com aqueles restaurados com amálgama convencional, amálgama adesivo e resina composta através da técnica incremental. Sessenta dentes terceiros molares humanos intactos foram utilizados no estudo e incluídos verticalmente em um anel contendo resina acrílica autopolimerizável até o nível 2mm aquém da junção cimento esmalte. Dez amostras ($n = 10$) foram deixadas intactas e serviram como

controle. Nas outras cinquenta amostras, foram preparadas cavidades MOD padronizadas com largura de 2/3 da dimensão vestibulo-lingual e profundidade de 4mm a partir da crista marginal. Um único operador realizou todos os preparos e uma nova broca foi trocada a cada cinco preparos cavitários. Foram separadas randomicamente em cinco grupos (n = 10) e restauradas com: (1) resina condensável para posterior Prodigy Condensable (Kerr, Romulus, MI, EUA); (2) resina composta microparticulada para posterior Heliomolar (Ivoclar North América, Amherst, NY, EUA); (3) amálgama de prata com partícula esférica Tytin (Kerr, Romulus, MI, EUA) e verniz cavitário Copaliner (Harry J. Bosworth Company, Skokie, IL, EUA); (4) amálgama adesivo com Tytin e adesivo OptiBond Solo (Kerr, Romulus, MI, EUA); (5) o preparo não foi restaurado. Para a escultura oclusal foi utilizado um esquadro metálico para padronizar uma angulação intercuspídea vestibulo-lingual de 90°, com o objetivo de facilitar o assentamento do cilindro metálico (8mm de diâmetro x 16mm de comprimento) somente sobre a estrutura dental no momento do teste. As amostras foram armazenadas durante sete dias e, posteriormente, termocicladas. O teste de resistência à fratura foi realizado em uma máquina de ensaio universal com célula de carga de 10kN e velocidade de 1,0mm/min até a fratura. As médias dos resultados foram as seguintes: grupo (1) 414,4N ± 169,8; grupo (2) 459,4N ± 256,3; grupo (3) 708,1N ± 324,2; grupo (4) 642,7N ± 137,5; grupo (5) 633,1N ± 165,0; grupo (6) 1515,1N ± 1041,6. Os autores concluíram que o preparo cavitário reduziu a resistência à fratura acima de 50%. Para os dentes intactos a resistência, à fratura foi significativamente mais alta em relação a todos os outros grupos (p<0,01%). Nenhum dos procedimentos restauradores recuperou a resistência à fratura equivalente ao dente hígido. Nenhum desses materiais deveria ser visto como alternativa aceitável quando uma proteção de cúspide estiver indicada.

Tantbirojn et al. (2004) realizaram um trabalho de pesquisa para analisar o padrão de deformação na porção oclusal de dentes molares para vários tipos e tamanhos de cavidades, após a realização de restauração com resina composta fotopolimerizável. O estresse residual da contração de polimerização gerado por este tipo de material pode causar falha na união adesiva, propagação de trincas no esmalte e dor pós-operatória. Uma amostra de vinte dentes molares humanos extraídos foi selecionada para esta pesquisa e distribuída em quatro grupos (n=5). Um desses tipos de preparos cavitários foi realizado para cada grupo: Classe I, Classe II MO, Classe II MO ampla e Classe II MOD ampla. Os preparos antes de restaurados foram preenchidos parcialmente até 1mm da margem cavitária com silicone pesado (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) para facilitar a perfilometria do contorno oclusal. Após essa etapa, os dentes foram restaurados com resina composta Z 100 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) na cor incisal e sistema adesivo SingleBond (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA.). Os materiais foram utilizados seguindo as instruções do fabricante. A cavidade Classe I foi preenchida com um único incremento e as cavidades Classe II com dois incrementos de, aproximadamente, 2mm cada, dispostos horizontalmente nas caixas proximais, seguido de um incremento oclusal. Os dados digitalizados através de um *software* Cumulus (Cumulus, copyright of Regents of the University of Minnesota) foram usados para calcular a troca de contorno dos dentes antes e depois de realizada a restauração. A deformação das cúspides foi expressa em termos de redução no contorno vestibular e lingual medido perpendicular à superfície. Os resultados demonstraram que as largas cavidades MO e MOD exibiram altos valores para a deformação cuspídea. A média da deflexão para dentro das cúspides méso-vestibular e méso-lingual no preparo MOD foi, respectivamente, de $11,08\mu\text{m}$ ($\pm 2,79$) e $11,41\mu\text{m}$ ($\pm 3,79$), somando uma média total de $22,49\mu\text{m}$ ($\pm 5,67$). A deformação cuspídea para Classe I e Classe II MO pequenas não foram significativamente diferentes entre si. Ficou claro para os pesquisadores, com os resultados obtidos, que o tamanho e a configuração da cavidade influenciaram a

quantidade de deformação cuspídea quando restaurada com resina composta direta e, portanto, são dados clinicamente relevantes.

A proposta do estudo realizado por Rasheed (2005) foi determinar o efeito de uma restauração de amálgama adesivo como reforço de uma estrutura dental enfraquecida. Para a realização do experimento, quarenta premolares superiores não-cariados foram selecionados. Os dentes foram preparados individualmente com cavidades MOD em dimensões padronizadas e divididos em quatro grupos (n=10). O primeiro grupo foi preparado e não restaurado (controle). Os outros três grupos foram restaurados com amálgama prata (Megallo; Dentsply/Caulk), amálgama adesivo com agente de união (Syntac Single component, Ivoclar/Vivadent, Amherst, NY, EUA) e amálgama adesivo com cimento resinoso (Resinomer, Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA), respectivamente. Todos os materiais foram manipulados seguindo as instruções de cada fabricante. As amostras foram colocadas individualmente em uma máquina de ensaio universal, sendo a carga de força aplicada com uma esfera metálica especialmente desenhada sobre o plano inclinado das cúspides vestibulares e palatinas sem tocar a restauração. Os dados analisados foram submetidos a um teste estatístico com grau de significância de 1%. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre o grupo controle ($252 \pm 32,7N$) e o grupo com amálgama ($261 \pm 30,7N$), demonstrando que o amálgama não reforça os dentes restaurados com ele. O grupo amálgama adesivo com Syntac ($298 \pm 28,0N$) e o amálgama adesivo com Resinomer ($379 \pm 35,5N$) demonstraram uma diferença significativa com o grupo controle. Entre os dois grupos adesivos, também, houve diferença significativa. O autor coloca que o máximo de força vertical a que um dente natural é submetido na mastigação é de 200N (20,4kg). Nesse estudo, o grupo amálgama apresentou como valor mínimo para resistência à fratura 195N, indicando ser capaz de sofrer uma fratura pela ação das forças mastigatórias. Baseados também nesse

estudo, o mínimo de força vertical requerida para fraturar um dente com uma restauração adesiva foi de 240 até 320N, sendo, portanto, valores mais altos do que aqueles gerados *in vivo*. Tais fraturas podem, entretanto, ocorrer quando os dentes estão submetidos às forças laterais geradas durante a parafunção. O autor concluiu, baseado em seus resultados, que as restaurações adesivas de amálgama melhoraram significativamente a resistência à fratura dos dentes testados em relação ao grupo controle (dente somente preparado) e ao grupo restaurado sem o adesivo.

2.3 Preparo Cavitário MOD em Dentes Tratados Endodonticamente

O objetivo do estudo realizado por Roos (1980) foi determinar a susceptibilidade à fratura sob várias condições clínicas de dentes tratados endodonticamente e de dentes pilares também tratados endodonticamente. Essas condições incluíram restaurações de dentes endodonticamente tratados com ou sem artifícios de retenção com diferentes formas, comprimentos e larguras e o uso de recobrimento parcial ou total de restaurações. Cento e dois pacientes foram examinados, perfazendo uma amostra de 220 dentes tratados endodonticamente para determinar quantos deles fraturaram durante cinco anos ou mais após o tratamento. As idades dos pacientes variaram de 21 a 83 anos, sendo que 76 eram mulheres e 26 homens. Foram divididos em dentes individualizados não conectados a nenhum outro (153 = 69,5%); dentes pilares para a fixação de dentaduras parciais ou encaixes fixos (67 = 30,5%); 134 dentes (60,9%) receberam somente terapia endodôntica, e 86 (39,1%) tiveram artifícios internos de suporte colocados durante a terapia endodôntica. Todos os dentes funcionaram favoravelmente durante o tempo do estudo. Não houve evidência de fratura

dental nos cinco anos após a terapia endodôntica quando um artifício interno de suporte havia sido utilizado. Isso foi verdadeiro para dentes individuais e para dentes pilares sem levar em consideração se eles haviam sido restaurados com recobrimento total ou parcial. Não houve diferença entre dentes de indivíduos jovens ou idosos em relação à susceptibilidade à fratura. Devido aos resultados encontrados neste trabalho, mais estudos clínicos deveriam ser realizados para avaliar futuramente o real papel dos artifícios internos de suporte e do recobrimento total da coroa para proteger os dentes tratados endodonticamente da fratura para que possam ser utilizados de maneira bem-sucedida sob circunstâncias especiais para evitar as desvantagens do recobrimento total.

Aos dentes tratados endodonticamente é atribuída maior suscetibilidade à fratura como resultado da perda da vitalidade pulpar e da estrutura dental. O estudo realizado por Reeh, Messer e Douglas (1989) avaliou a contribuição dos procedimentos endodônticos e restauradores na perda da resistência à fratura, usando um sistema servo-hidráulico de carga oclusal não destrutiva aplicada em dentes segundos premolares superiores extraídos. Um dispositivo para medir tensão de esforço (rigidez) foi colado no esmalte imediatamente acima da união cimento-esmalte da superfície vestibular e palatina. Uma curva de tensão e esforço foi gerada de cada dispositivo, antes e após cada procedimento realizado nele. Foram realizadas duas séries de procedimentos seqüenciados: 1. (a) dente hígido, (b) acesso endodôntico, (c) instrumentação dos canais, (d) obturação dos canais e (e) preparo cavitário MOD; 2. (a) dente hígido, (b) preparo cavitário oclusal, (c) preparo cavitário de duas superfícies, (d) preparo cavitário MOD, (e) acesso endodôntico, (f) instrumentação dos canais e (g) obturação dos canais. Os resultados indicaram que os procedimentos endodônticos isolados tiveram pouca influência na rigidez do dente em questão, reduzindo-a apenas em 5%. Quando seguidos de um preparo MOD, houve diminuição dramática na rigidez do dente,

ficando com somente 31% da rigidez original. No segundo grupo de dentes, as preparações cavitárias foram realizadas sequencialmente antes dos procedimentos endodônticos. Um preparo oclusal, com largura do istmo, aproximadamente, igual a um terço da distância intercuspídea, resultou na diminuição de 20% da sua rigidez. Um preparo cavitário de duas faces, com perda de uma das cristas marginais, resultou na redução de 46% da sua da rigidez e um preparo MOD na redução de 63% da sua rigidez. Os procedimentos endodônticos realizados após os procedimentos cavitários produziram redução mínima de 5% na rigidez. Portanto, foi demonstrado pelos pesquisadores que os procedimentos endodônticos realizados antes ou após os preparos cavitários foram responsáveis somente por uma redução mínima da rigidez dentária e que cada superfície perdida correspondeu à redução em, aproximadamente, 20% da rigidez dentária. A perda da integridade da crista marginal foi o que mais contribuiu para a perda da resistência do dente.

Craig e Douglas (1990), em seu trabalho de pesquisa, produziram fraturas coronoradiculares *in vitro* semelhantes em direção e propagação àquelas observadas clinicamente e compararam a resistência à fratura dos dentes com extensos preparos cavitários. Quarenta dentes molares extraídos com massa volumétrica igual foram divididos randomicamente em quatro grupos (n = 10): grupo (1) consistiu de dentes hígidos, grupo (2) dentes hígidos com preparo endodôntico acessado, grupo (3) dentes com preparos cavitários MOD e grupo (4) composto de dentes com preparos MOD e acesso endodôntico. Todos os dentes foram testados em uma máquina de ensaio universal e submetidos individualmente ao aumento constante de uma carga colocada sobre a face oclusal no plano inclinado das cúspides até ocorrer a fratura. Os resultados mostraram que, em todos os dentes, ocorreu fratura orientada de mesial para distal, envolvendo a câmara pulpar e estendendo-se de forma variada até a superfície lateral da raiz. Os dentes intactos resistiram, em média, até $341,4\text{kg} \pm 106,78$ antes

de ocorrer a fratura corono-radicular. Os dentes com acesso endodôntico somente resistiram, em média, até $225,5\text{kg} \pm 62,81$. Os dentes com MOD somente fraturam, em média, a $222,4\text{kg} \pm 64,28$ e aqueles com ambos, os procedimentos acesso e MOD, resistiram em média até $121,7\text{kg} \pm 50,99$. Houve diferença significativa entre os dentes hígidos do grupo (1) em relação a todos os outros ($p < 0,05$). Os dentes com ambos os procedimentos, acesso endodôntico e MOD, foram significativamente mais fracos que os preparados com um ou outro procedimento em separado, grupos (2 e 3). Não houve, no entanto, diferença significativa entre os grupos (2) e (3), respectivamente, acesso endodôntico e preparo cavitário isolados. Os autores encontraram um dado interessante em seu estudo que foi a significante diferença na resistência à fratura entre os dentes somente com acesso endodôntico (grupo 2) e aqueles com o preparo cavitário MOD (grupo 3). Os autores discutiram o assunto, questionando o conceito de que todo dente molar tratado endodonticamente requer proteção de cúspide como restauração permanente. Baseado nos resultados, na maioria dos casos, após tratamento endodôntico, para um dente com superfícies proximais comprometidas, seja por cárie, por restaurações pré-existentes ou por acesso amplo, indicaria uma proteção de cúspides. Entretanto, quando o acesso para a endodontia puder ser conservador e as faces proximais da estrutura dental puderem ser mantidas intactas, uma simples restauração do acesso poderá ser mais adequada.

O conteúdo de umidade entre dentes vitais e dentes tratados endodonticamente foi comparado por Papa, Cain e Messer (1994), em estudo realizado entre dentes humanos homólogos extraídos para fins protéticos. Vinte e três pares de dentes homólogos foram examinados, um vital e o outro tratado endodonticamente. Somente os dentes saudáveis e com terapia endodôntica de sucesso foram incluídos no estudo. A amostra incluiu dentes anteriores e posteriores. No dia da extração, a idade do paciente e a data do início do tratamento

endodôntico foram registrados. Imediatamente após a extração, os dentes foram firmemente embrulhados em folhas de alumínio e colocados em um tubo de plástico fechado a fim de minimizar a perda de umidade. Todos os procedimentos com as amostras foram completados o mais rápido possível após as extrações. A ordem de seleção (vital ou endodôntico) foi feita ao acaso com a finalidade de eliminar qualquer viés de perda de umidade durante a estocagem. Os dentes vitais foram pesados após a polpa ser extirpada para evitar a contribuição de qualquer quantidade de umidade proveniente dela. O peso destes dentes e daqueles tratados endodonticamente foi calculado. A diferença entre as duas medições foi calculada, assim como a porcentagem. A média de idade dos pacientes foi de 55,9 anos, e o tempo do tratamento endodôntico foi de 10,5 anos. Os dentes vitais tiveram um conteúdo de umidade de $12,35\% \pm 0,26\%$, enquanto que os dentes tratados endodonticamente tiveram um conteúdo de umidade de $12,10\% \pm 0,71\%$. A diferença média em conteúdo de umidade entre os dois dentes foi de 0,25%. Expresso em porcentagem de conteúdo total de umidade, os dentes tratados endodonticamente tiveram 2,05% menos água do que os dentes vitais. Essa diferença não foi significativa ($p > 0,05$). Estes resultados indicaram, portanto, que não houve diferença no conteúdo de umidade entre dentes tratados endodonticamente e dentes vitais.

O objetivo do estudo realizado por Assif et al. (2003) foi de avaliar a resistência à fratura de dentes molares tratados endodonticamente com vários graus de perda da estrutura dental e restaurados com amálgama de prata. Tanto os preparos quanto as restaurações foram realizados por um único operador. As amostras consistiram de noventa molares hígidos, com distância média vestibulo-lingual de $10,27\text{mm} \pm 0,514\text{mm}$. Os dentes foram tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em nove grupos experimentais de dez dentes cada, com vários graus de perda dentária, em ordem crescente, variando desde o acesso endodôntico conservador (grupo 1) até a remoção total das cúspides (grupo 2). Os demais

grupos enquadraram-se com um preparo cavitário mesial (grupo 3), com preparo cavitário mesial e remoção da cúspide méso-lingual (grupo 4), com preparo cavitário mesial e remoção da cúspide méso-vestibular (grupo 5), com preparo cavitário mesial e remoção da cúspide méso-vestibular e méso-lingual (grupo 6), com preparo cavitário MOD (grupo 7), com preparo cavitário MOD e remoção das cúspides linguais (grupo 8) e com preparo cavitário MOD e remoção das cúspides vestibulares. Todos os dentes foram restaurados com amálgama de prata com alto conteúdo de cobre, empregando uma técnica padronizada. O teste de resistência à fratura foi realizado em máquina de ensaio universal, sob ação de forças de compressão contínuas com velocidade de 2mm/min. O teste estatístico demonstrou que as médias obtidas de $1137,6N \pm 311,6$ para o grupo (1) e de $1261,4N \pm 195,1$ para o grupo (2) foram significativamente mais altas quando comparadas com as obtidas pelos outros grupos ($p > 0,5$). Não houve diferenças significativas na resistência à fratura entre os outros sete grupos, que variou de $655,8N \pm 229,4$ a $906,3N \pm 168,1$ ($p > 0,5$). O grupo (7), com preparo MOD restaurado com amálgama de prata e alto conteúdo de cobre, foi o que apresentou a resistência mais baixa à fratura ($655,8N \pm 229,4$). Embora os estudos *in vitro* sejam limitados para avaliar as forças oclusais fisiológicas e parafuncionais, os autores puderam concluir que os molares tratados endodonticamente com acesso conservador e aqueles que tiveram todas suas cúspides removidas e seu contorno original restaurado com amálgama de prata com alto conteúdo de cobre, apresentaram os mais altos valores para a resistência à fratura sob a ação de uma carga oclusal.

Com a finalidade de comparar a resistência à fratura de pré-molares restaurados com adesivos dentinários de nova geração e tratados endodonticamente, Hürmüzlü et al. (2003) utilizaram sessenta premolares superiores humanos unirradiculares extraídos. Após o tratamento de canal realizado, os dentes foram aleatoriamente divididos em seis grupos com

dez dentes cada. Uma cavidade MOD foi preparada até o nível dos orifícios dos canais, então, ficando a espessura da parede vestibular dos dentes com 2mm na superfície oclusal e com 3mm na junção cimento esmalte. Nos preparos, foram utilizados os seguintes sistemas adesivos: Etch & Prime 3.0 (Degussa AG, Hanau, Alemanha), Clearfil SE Bond (Kuraray, Osaka, Japão), Prompt L-Pop (ESPE, Seefeld, Alemanha), Panavia F (Kuraray, Osaka, Japão), Optibond Plus (Kerr, Orange, CA, EUA) e Admira Bond (Voco, Cuxhaven, Alemanha). Todos os preparos, com exceção dos grupos Panavia F e Admira Bond, foram restaurados com resina composta Charisma (Heraeus Kulzer, Dormagen, Alemanha). O grupo Panavia F foi restaurado com amálgama ANA 2000 (Nordiska Dental AB, Angelholm, Suécia) e o grupo Admira Bond comOrmocer (Voco, Cuxhaven, Alemanha). Os corpos de prova foram testados em máquina de ensaio universal (Hounsfield, Surrey, Reino Unido), e as paredes vestibulares foram submetidas a um lento aumento de forças de compressão ($1\text{mm}/\text{min}^{-1}$) até a ocorrência da fratura. A força foi registrada para cada dente e os resultados obtidos em cada grupo foram comparados. Para os autores, foi difícil comparar os resultados obtidos com outros estudos de dentes tratados endodonticamente e restaurados com diferentes materiais, pois existe muita diferença nas metodologias empregadas, variando o tipo e o tamanho de dentes, materiais examinados, velocidade da carga e direção da força, o que não favorece comparações diretas. Segundo eles, seus achados corroboraram com estudos prévios que demonstraram ser a técnica adesiva um suporte favorável para o reforço dos tecidos dentários. A retenção micromecânica é considerada o mais importante mecanismo de união com a dentina, e restaurações adesivas melhor transmitem e distribuem estresses funcionais através da interface do dente, com o potencial para reforçar estruturas dentárias enfraquecidas. Os autores puderam concluir que não houve diferença na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com diferentes tipos de agentes de união.

Cerutti et al. (2004) determinaram, por meios não-destrutivos, até que ponto as cúspides dentárias ficaram enfraquecidas pelo tratamento endodôntico e qual foi a efetividade de diferentes procedimentos restauradores adesivos em reduzir a deflexão cuspídea e recuperar rigidez dentária. Um aparelho de carga mecanicamente controlado induziu a deflexão cuspídea através de uma força aplicada sobre a superfície oclusal, enquanto um sofisticado sensor a *laser* (LTS) registrava a quantidade de deflexão. Trinta premolares saudáveis foram selecionados para a amostra e avaliados nas seguintes condições: (1) dente intacto; (2) dente com procedimento endodôntico e restaurador. A condição (2) foi dividida de forma randomizada em cinco grupos de dentes restaurados ($n = 5$), com os seguintes materiais: (A) amálgama Dispersalloy; (B), (C), (D) e (E) resinas compostas, respectivamente, Spectrum TPH (Dentsply, Konstanz, Alemanha), Surefil (Dentsply, Konstanz, Alemanha), Esthet-X (Dentsply, Konstanz, Alemanha) e Esthet-X + Dyract Flow (Dentsply, Konstanz, Alemanha). As amostras foram avaliadas primeiramente na condição (1). Na condição (2), o acesso endodôntico foi realizado de forma conservadora para que ficasse dentro dos limites do preparo cavitário MOD amplo, realizado posteriormente. A restauração com resina composta foi realizada através da técnica incremental. No grupo (E), antes da colocação da resina restauradora, foi incluída uma camada de Dyract Flow na câmara pulpar. A medida carga zero, isto é, quando o dente estava sem pressão sobre ele, foi escolhida como medida inicial com um valor de deslocamento igual a zero. Forças axiais de 98, 147, 196, 245, 294N foram aplicadas sobre a superfície oclusal de cada dente e o valor da deflexão com uma tolerância de $\pm 1\mu\text{m}$ foi medido para cada aumento de carga. Como a carga foi aplicada nas cúspides simultaneamente, os resultados foram calculados pela soma da deflexão de cada uma. A média da força necessária para induzir $1\mu\text{m}$ de deflexão, expressada em $\text{N}/\mu\text{m}$ (média de rigidez), foi avaliada para todos os grupos. Para os dentes intactos, a média variou entre 49,52 e 58,76 $\text{N}/\mu\text{m}$ e para os dentes restaurados, entre 8,56 e 47,05 $\text{N}/\mu\text{m}$. A recuperação estrutural

dos dentes após o tratamento restaurador foi de 17% com amálgama, 60% com Spectrum TPH, 59% com Surefil, 54% com Esthet-X e 99% com Esthet-X + Dyract Flow. Os resultados obtidos mostraram que o tratamento endodôntico em preparos cavitários MOD enfraqueceu o dente, diminuindo a resistência cuspídea à deformação. Os autores justificaram que a mais alta recuperação da rigidez dental, demonstrada no grupo (E), foi possivelmente devido à restauração ter sido realizada com um material compósito e uma camada de compômero *flow*, o que garantiu melhor adaptação e adesão e, portanto, resistência mais alta e menor deformação dentro da ação física da carga. O módulo de elasticidade do compômero *flow* e da dentina são praticamente semelhantes (ao redor de 18,5 GPa). Isso pode melhorar a capacidade do complexo dente/restauração de absorver o estresse oclusal. As restaurações adesivas mostraram ser uma forma apropriada para fornecer uma boa resistência à ação de forças oclusais. Os valores obtidos para a deflexão cuspídea nos dentes restaurados, nesse estudo, levaram a supor que materiais compósitos podem ser uma alternativa válida, embora temporária, para retardar uma solução protética.

2.4 Preparo Cavitário MOD com Reforço das Paredes

Lambert, Robinson e Lindemuth (1985) propuseram-se determinar a resistência à fratura de dentes restaurados com amálgama de prata retido com pinos horizontais. Quarenta premolares extraídos foram selecionados e divididos em quatro grupos com igual distribuição de tamanhos. O primeiro grupo foi composto por dez dentes intactos e serviu como controle. Nos demais grupos, foram realizados preparos MOD amplos, simulando aqueles encontrados freqüentemente na clínica. A profundidade da caixa oclusal foi de quatro milímetros e o

assoalho da caixa proximal foi preparado um milímetro de distância do assoalho pulpar. Não foram colocados sulcos de retenção. No grupo (2), os dentes não receberam restauração, enquanto que, no grupo (3), foram restaurados com amálgama dental Dispersalloy (Johnson & Johnson Dental Products Co., East Windsor, NJ, EUA). No grupo (4), os dentes receberam quatro pinos Minikin (0,45mm) TMS (Thread Mate System, Whaledent International, NY, EUA) colocados 0,5mm do limite amelo-dentinário na junção dos ângulos ocluso-proximais vestibular e lingual. Eles foram colocados o mais próximo permitido da posição horizontal e envolvidos pela restauração de amálgama. Os corpos de prova foram submetidos à força compressiva até à fratura através de uma máquina de ensaio universal modelo TT-C (Instron Corp., Canton, Mass). A carga foi aplicada na superfície oclusal através de uma esfera de aço com velocidade igual a 0,5mm/min. Os resultados obtidos foram os seguintes: grupo (1) controle = 110,3kg ± 13,7; grupo (2) = 21,4kg ± 17,4 (dentes com preparos cavitários MOD amplos sem restauração); grupo (3) = 31,8kg ± 9,5 (dentes com preparos cavitários MOD amplos e restaurados com amálgama); grupo (4) = 77,0kg ± 24,8 (dentes com reforço de pinos e restaurados com amálgama). Um leve aumento na resistência à fratura foi observado quando o dente preparado foi restaurado com amálgama. Entretanto, houve redução de 71% na resistência, o que ainda tornaria estes dentes restaurados mais fracos do que o desejado para resistir às forças oclusais. A média da força mastigatória que pode ser aplicada a um molar situa-se em torno de 100 pounds, e a força aplicada aos dentes premolares é consideravelmente menor. Nesse estudo, os dentes restaurados com os pinos dentinários metálicos de retenção horizontal resultaram em redução na resistência de 30% em relação ao dente intacto. Embora a técnica dos pinos tenha deixado os dentes mais fracos que os intactos, as forças requeridas para fraturar os dentes neste estudo experimental foram mais altas do que as forças máximas da mastigação. Os autores concluíram que os dentes enfraquecidos por preparações MOD amplas podem ser fortalecidos significativamente através da técnica do

amálgama com pinos horizontais. Mesmo que estes dentes tenham sido mais fracos que os dentes intactos, sua resistência à fratura deve ser suficiente para resistir às forças oclusais na maioria dos pacientes.

O estudo *in vitro* realizado por Uyehara, Davis e Overton (1999) comparou a habilidade de pinos horizontais e um adesivo dental em reforçar as cúspides vestibulares de molares inferiores tratados endodonticamente. Setenta e dois molares inferiores foram divididos em seis grupos e montados em blocos de acrílico (n = 12). Nos grupos de (1) a (5), foi realizado acesso endodôntico padronizado, acompanhado de instrumentação do terço coronal de cada canal radicular. Nenhum material obturador foi colocado nos canais. Nos grupos de (1) a (4), as cúspides linguais foram reduzidas com discos diamantados (Brasseler), deixando o remanescente das cúspides vestibulares com quatro milímetros de espessura no sentido véstíbulo-lingual. Isso criou uma superfície plana ao redor da câmara pulpar, da lingual até as cúspides. A margem do cavo superficial do assoalho pulpar do preparo ficou, aproximadamente, a 1,5mm da junção cimento/esmalte. Dois pinos metálicos rosqueáveis de retenção dentinária TMS Minim pins (Whaledent Inc., Mahwah, NJ, EUA) foram colocados verticalmente na porção lingual do assoalho pulpar, um localizado na linha do ângulo méso/lingual e outro na linha do ângulo disto/lingual. A broca dos pinos foi trocada a cada dez furos. As cúspides vestibulares dos dentes nesses grupos receberam um dos seguintes tipos de reforço: grupo (1) nenhum reforço; grupo (2) adesivo dentinário Amalgambond Plus (Parkell, Biomaterials Division, Farmingdale, NY, EUA); grupo (3) dois pinos horizontais TMS Minim pins; grupo (4) dois pinos horizontais TMS Minim pins e adesivo dentinário Amalgambond Plus. Os pinos horizontais foram colocados a uma distância de 0,5mm da junção amelodentinária e introduzidos dois milímetros na dentina. No grupo (5), os dentes tiveram suas cúspides removidas, recebendo quatro pinos verticais TMS Minim pins,

colocados no lugar de cada uma delas e suas coroas totalmente reconstruídas com o material restaurador. O grupo (6) consistiu de dentes naturais intactos. Todos os dentes foram restaurados com amálgama de prata Tytin (Kerr USA, Romulus, MI, EUA). Foram submetidos a uma força de compressão até a fratura, aplicada num ângulo de 60 graus em relação ao longo eixo do dente sobre a cúspide vestibular, através de uma máquina de ensaio universal com velocidade de 2,0mm/min. A média dos resultados obtidos para cada grupo foi: grupo (1) 600,58N ± 134,45; grupo (2) 882,75N ± 138,68; grupo (3) 873,17N ± 161,11; grupo (4) 988,17N ± 154,97; grupo (5) 851,08N ± 143,99 e grupo controle (6) 1080,25N ± 184,01. O uso de pinos horizontais ou a combinação desses com adesivo dentinário para o reforço de cúspides resultou em uma demonstração significativamente favorável de padrões de fratura (fraturas terminando acima da junção cimento/esmalte ou menos do que 1mm abaixo dela) sem o uso de adesivos. Os autores, então, concluíram que as cúspides vestibulares de molares inferiores tratados endodonticamente, reforçadas com a combinação de pinos horizontais e o adesivo dentinário, não demonstraram resistência à fratura menor do que aquela para os dentes intactos. Os dentes restaurados que tiveram as cúspides vestibulares reforçadas com pinos horizontais e aqueles com recobrimento total das cúspides com amálgama, exibiram o prognóstico restaurador mais favorável em relação à fratura de cúspide.

O estudo realizado por Pane, Palamara e Messer (2002) investigou a contribuição de bandas de aço inoxidável na deflexão cuspídea e na resistência à fratura. Foram selecionados dez pares de premolares superiores, cada par oriundo do mesmo paciente, extraídos por indicação ortodôntica e perfazendo uma amostra de vinte dentes. Todos eles receberam previamente aos testes, preparos cavitários MOD com acesso endodôntico. Foram submetidos em uma máquina de teste hidráulica com força de compressão igual a 100N para avaliação da deflexão cuspídea e da resistência à fratura, respectivamente. A deflexão foi medida

simultaneamente através de um extensômetro via duas células colocadas nas cúspides vestibular e palatina. As mensurações foram feitas em todos os dentes sem a banda de aço Pré-Fit® (TP Orthodontic, Inc., LaPorte, IN, EUA) e novamente após ela ter sido cimentada. O tamanho selecionado para estas bandas foi de acordo com o tamanho de cada dente. A cimentação foi realizada com cimento de ionômero de vidro Ketac-Cem (ESPE América Inc., PA, EUA) 24 horas antes do teste, e as amostras permaneceram em meio 100% úmido durante este período. Após o teste de deflexão realizado, dez dentes (um de cada par) tiveram suas bandas removidas e todos os dentes foram submetidos ao teste de resistência até que fraturassem. A média da flexão cuspídea para os dentes com bandas foi praticamente a metade daquela obtida para os sem bandas, respectivamente, $8,12 \pm 3,3\text{N}$ e $16,9 \pm 7,8\text{N}$. Entretanto, a média para a resistência à fratura dos dentes com bandas foi mais alta do que os seus pares que tiveram as bandas removidas ($p < 0,001$) e os valores médios obtidos foram $1282 \pm 210\text{N}$ e $729 \pm 213\text{N}$, respectivamente. Com esse estudo, os autores mostraram que as bandas de aço inoxidável, usadas em dentes com preparos cavitários MOD e tratados endodonticamente, reduziram a flexão cuspídea dos dentes premolares superiores e aumentaram sua resistência à fratura.

Belli et al. (2005) avaliaram o efeito de uma resina *flow* com e sem a presença de fibras de polietileno como reforço na resistência à fratura de dentes molares inferiores, com preparos cavitários MOD amplos e tratamento endodôntico. Sessenta molares inferiores foram separados aleatoriamente em cinco grupos ($n = 12$). O grupo (1) não recebeu preparo cavitário. Os grupos de (2) a (5) receberam preparos cavitários MOD e tratamento endodôntico. As cavidades MOD foram preparadas abaixo dos orifícios dos canais até que a espessura da parede vestibular dos dentes medisse 2mm no nível da superfície ocluso/vestibular e 2,5mm junto do limite cimento/esmalte e a parede lingual 1,5mm no nível

da superfície ocluso/lingual e 1,5mm junto do limite cimento/esmalte. No grupo (2), os dentes não foram restaurados. No grupo (3), a restauração foi realizada com o sistema adesivo SE Bond (Kuraray, Japão) e a resina composta Clearfill AP-X (Kuraray, Japão). No grupo (4), após a aplicação do sistema adesivo, foi utilizada nas paredes da cavidade, antes da restauração com resina composta, uma camada de resina *flow* Protect Liner F (Kuraray, Japão) como revestimento. Nos dentes pertencentes ao grupo (5), após a aplicação do sistema adesivo, as paredes cavitárias foram recobertas com resina *flow*. Uma tira de fibras ribbon de polietileno (Ribbond Inc., Seattle, WA, EUA) com 8mm de comprimento e 3mm de largura foi cortada e acomodada no seu interior, na região do assoalho pulpar, subindo em direção às paredes vestibular e lingual e o conjunto fotopolimerizado por 20 segundos. A seguir, a cavidade foi restaurada com resina composta. A técnica para todos os grupos restaurados foi do tipo incremento único. O teste de compressão foi executado em uma máquina de teste universal (Instron, Canton, MA, EUA), com velocidade de 0,5mm/min. A força compressiva foi aplicada na superfície oclusal através de um cilindro de aço inoxidável com 5mm de diâmetro apoiado nas cúspides vestibulares e linguais dos dentes. Os resultados (N) obtidos para cada grupo foram: grupo 1: $1676,75 \pm 154,63^a$, grupo 2: $376,51 \pm 37,36^b$, grupo 3: $733,23 \pm 133,33^c$, grupo 4: $786,48 \pm 145,34^c$, grupo 5: $943,63 \pm 121,15^d$. Esses dados demonstraram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos marcados com letras diferentes. Os autores atribuíram que a espessura da camada elástica obtida pela resina *flow* não contribuiu para melhorar a resistência à fratura, porém as propriedades físicas da fibra de polietileno podem ter sido capazes de contribuir positivamente na distribuição do estresse ao longo da interface dente/restauração. Os autores concluíram que a resistência à fratura dos dentes molares diminuiu com preparo cavitário MOD, mais tratamento endodôntico; o uso de resina composta tipo *flow*, colocada como uma camada intermediária entre o adesivo e a resina composta restauradora, não teve um efeito estatisticamente

significativo na resistência à fratura em relação àqueles restaurados somente com resina composta; a inserção de uma fibra *ribbon* de polietileno sob as restaurações de resina composta, em dentes tratados endodonticamente com preparos MOD, aumentou significativamente a resistência à fratura.

2.5 Força Mastigatória e Pinos

Bralye e Maxwell (1981) analisaram os fatores predisponentes à fratura dental relacionando como as causas mais comuns uma mordida repentina num objeto duro ou um contato incontrolado com o dente antagonista. Entretanto, outros fatores podem predispor a efetivação de uma fratura. Eles incluem: excessivo contato com as cúspides posteriores durante o movimento excêntrico da mandíbula, tal como ocorre com a mordida aberta anterior, mordida cruzada e oclusão de topo; grandes restaurações; atrição, abrasão e ou erosão; pacientes com história de dentes e ou restaurações partidas. Quantitativamente, é difícil acessar a significância de um destes fatores. A observação clínica e o bom senso demonstram que há um efeito cumulativo quando tais condições existem. É importante avaliar o potencial individual do dente, embora a frequência de fraturas dentárias incompletas varie de dente para dente. Os dentes geralmente envolvidos são os segundos molares inferiores, seguidos dos primeiros molares e premolares superiores. Os outros dentes posteriores demonstram uma frequência de envolvimento significativamente mais baixa. Concluindo, os autores colocam que uma solução efetiva da fratura dental incompleta envolve o reconhecimento precoce do problema, tratamento apropriado e oportuno e uma abordagem realista do prognóstico.

O trabalho realizado por Pegoretti et al. (2002) buscou uma resposta mecânica à aplicação de cargas externas em um pino endodôntico, reforçado por fibra de vidro através da análise de elementos finitos em modelo bidimensional. Foram simuladas várias condições de tensão, e as áreas resultantes de estresse intracanal foram então comparadas com aquelas obtidas por dois pinos endodônticos comerciais (pino metálico e pino de fibra de carbono), tendo o dente natural como controle. O pino de ouro produziu a maior concentração de estresse na interface pino/dentina. Já, o pino de fibra de vidro demonstrou o pico de estresse mais baixo dentro da raiz por ter uma rigidez muito semelhante à da dentina. Com exceção da concentração de força na margem cervical, os pinos de fibra induziram uma área de tensão similar àquela para o dente natural.

Materiais e Método

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Materiais

Os materiais utilizados para a realização deste estudo e informações pertinentes a cada um estão descritos nos quadros 1 e 2.

Produto	Filtek Z250*	Natural Flow*	Single Bond*	Acid Gel*	Sof-Lex*
Descrição	Compósito Híbrido	Compósito de Baixa Viscosidade	Adesivo Dental de Frasco Único	Condicionador Ácido (37%)	Sistema de Acabamento e Polimento Extrafino
Lote	FL 292	04111210	5CL	86	FL 327
Ano	2004	2004	2005	2004	2004
Validade	2007	2006	2008	2006	2009
C. Química	Zircônio/Sílica BIS-GMA UDMA BIS-EMA	BIS-GMA Resinas Dimetacrilato	HEMA BIS-GMA Água Etanol Dimetacrilatos Foto iniciadores	Ácido Fosfórico Clorhexidine Espessante Água Corante	Óxido de Alumínio
Fabricante	3M/ESPE St.Paul MN, EUA	DFL Indústria e Comércio Ltda Rio de Janeiro RJ, Brasil	3M/ESPE St.Paul MN, EUA	DentalVille do Brasil Ltda. Joinville/SC, Brasil	3M/ESPE St.Paul MN, EUA

Quadro 1 - Dados específicos sobre os materiais utilizados na pesquisa (I).

* De acordo com as informações técnicas dos catálogos de produtos dos respectivos fabricantes (2005).

Produto	REFORPOST* NÚMERO 2	SILANO*	PONTA* DIAMANTADA 2143	PONTA* DIAMANTADA 3145
Descrição	Pinos de Fibra de Vidro	Agentes de União	Ponta Cilíndrica de Topo Arredondado	Ponta Cilíndrica de Topo Arredondado
Características	Diâmetro 1,3 mm Altura 20 mm		Diâmetro I.S.O. 1,2 mm Comprimento 6 mm Grão médio (90-120 mm)	Diâmetro I.S.O. 1,2 mm Comprimento 8 mm Grão médio (90-120 mm)
Lote	1919	2140	1262/1203	030924
Validade	2009	2006	2007	2006
C. Química	resina epóxi e fibras de vidro	Grupo Organofuncional Grupo Methylene Grupo Hidrolisável Sílica	Diamante e Aço Inoxidável	Diamante e Aço Inoxidável
Fabricante	Ângelus Ind. de Produtos Odontológicos Ltda Londrina/PR, Brasil	Ângelus Ind. de Produtos Odontológicos Ltda Londrina/PR, Brasil	KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda Barueri/SP, Brasil	KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda Barueri/SP, Brasil

Quadro 2 - Dados específicos sobre os materiais utilizados na pesquisa (II)

* De acordo com as informações técnicas dos catálogos de produtos dos respectivos fabricantes (2005).

Setenta e cinco (75) dentes humanos pertencentes ao grupo dos terceiros molares foram selecionados para a pesquisa. Na elaboração dos corpos-de-prova e na realização do ensaio de resistência à fratura, utilizaram-se materiais de apoio e equipamentos que serão especificados à medida que forem citados na descrição do método.

3.2 Método

Dentes terceiros molares humanos superiores foram extraídos por indicação terapêutica nas disciplinas de Cirurgia III e IV da Faculdade de Odontologia da PUCRS mediante assinatura prévia, pelo paciente, de um Termo de Doação (Apêndice A). Após coletados, foram colocados imediatamente em soro fisiológico por 24 horas. Depois de imersos em uma solução de Formalina a 0,5% (Almofariz, Farmácia de Manipulação, Porto Alegre, RS, Brasil) para a desinfecção, foram limpos e armazenados em soro fisiológico sob refrigeração por um período menor que seis meses. Foram registradas as dimensões vestibulo-palatina e méso-distal de cada dente com ajuda de um paquímetro digital (Mitutoyo, Suzano, SP, Brasil) calibrado em 0,1mm colocado no ponto mais proeminente dessas faces, demarcado previamente com o auxílio de uma lapiseira (Figura1). Setenta e cinco (75) dentes livres de cárie, restaurações, trincas ou fraturas com largura média vestibulo-palatina igual a $11,05\text{mm} \pm 0,67$ e largura média disto-lingual de $9,33\text{mm} \pm 0,60$ foram selecionados para a amostra deste estudo, conforme Apêndice B. Os dentes assim padronizados foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos ($n = 15$): Grupo A (dentes hígidos, controle); Grupo B (dentes com preparo cavitário MOD e acesso endodôntico); Grupo C (dentes com preparo cavitário MOD, acesso endodôntico e pino de fibra de vidro transfixado); Grupo D (dentes com preparo cavitário MOD, acesso endodôntico e restauração de resina composta); Grupo E (dentes com preparo cavitário MOD, acesso endodôntico, pino de fibra de vidro transfixado e restauração de resina composta).

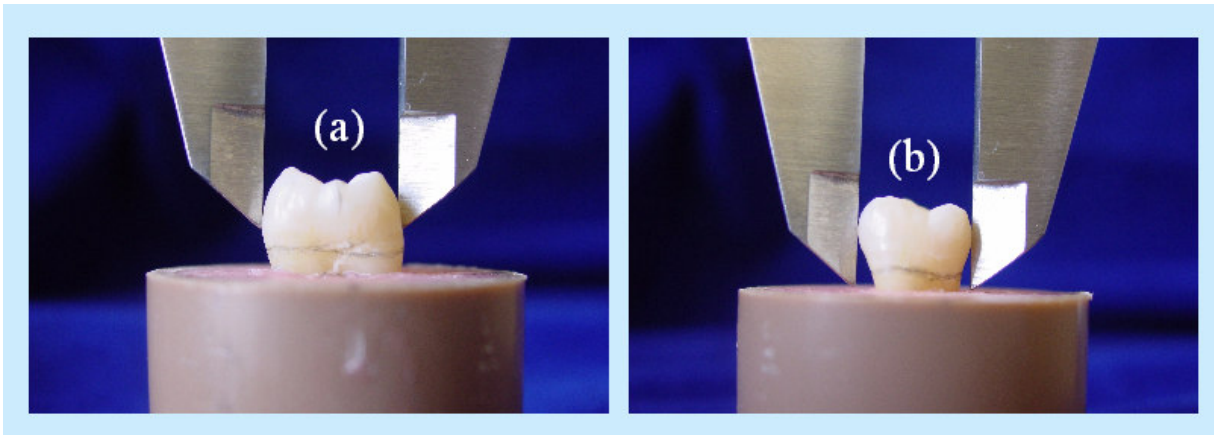


Figura 1 - (a) Largura vestibulo-palatina. (b) Largura mésio-distal

3.2.1 Procedimentos para a Confecção dos Corpos de Prova

3.2.1.1 *Inclusão do dente na resina acrílica*

Um cilindro de PVC com diâmetro de três centímetros e altura de dois centímetros foi elaborado para servir de molde para a inclusão do dente na resina acrílica autopolimerizável e base no momento do ensaio de resistência à fratura. Na sua borda superior, dois pontos foram demarcados referentes às extremidades da linha do diâmetro da circunferência. Fixou-se com cera Utilidade (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil), em cada registro, uma haste metálica na superfície externa do cilindro, e algumas linhas de referência foram demarcadas na peça dentária com o auxílio de uma lapiseira para orientar a sua inclusão em posição centralizada e padronizada: linha do colo anatômico, linha paralela ao colo anatômico distante dois milímetros, linha traçada de mesial para distal, passando pelo sulco central (Figura 2).

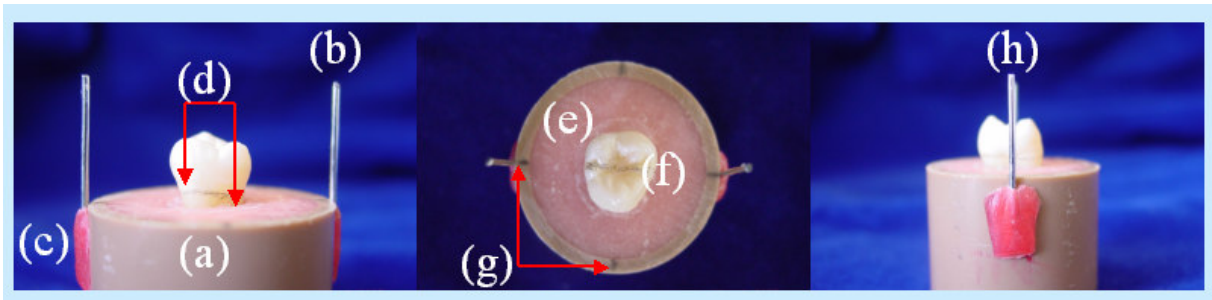


Figura 2 - Inclusão do dente: (a) anel de PVC. (b) haste metálica. (c) cera utilidade. (d) linha paralela ao colo. (e) resina acrílica. (f) linha do sulco central. (g) pontos de delimitação do diâmetro do cilindro. (h) sulco central no centro do cilindro.

A resina acrílica autopolimerizável JET Clássico pó e líquido (Clássico Indústria Brasileira, São Paulo, SP, Brasil) foi preparada seguindo as instruções do fabricante. Quando atingiu o ponto de massa plástica, foi acomodada dentro do cilindro de PVC, previamente posicionado sobre uma placa de vidro isolada com gel livre de gordura *Preserv Gel* (Blausiegel Ind. e Com Ltda., Cotia, SP, Brasil). Nesse momento, retirou-se o dente do meio úmido com auxílio de uma pinça para algodão (SSWhite Art. Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil), secando-o bem com toalha de papel absorvente. Imediatamente, suas raízes foram introduzidas na região central desta massa plástica até a linha demarcada distante 2mm do colo anatômico e sua coroa posicionada de maneira que a linha do sulco central ficasse coincidente com as hastes metálicas e o plano oclusal paralelo ao plano superior do cilindro.

Uma vez concluído o procedimento de inclusão, cada peça foi identificada com um número de 01 a 15, associado à letra do grupo A, B, C, D ou E, escritos na superfície externa do cilindro de PVC (Figura 3). A seguir, foram armazenados em potes com soro fisiológico (Indústria Farmacêutica Basa Ltda. Caxias do Sul, RS, Brasil), contendo a etiqueta coincidente com a letra do seu grupo.

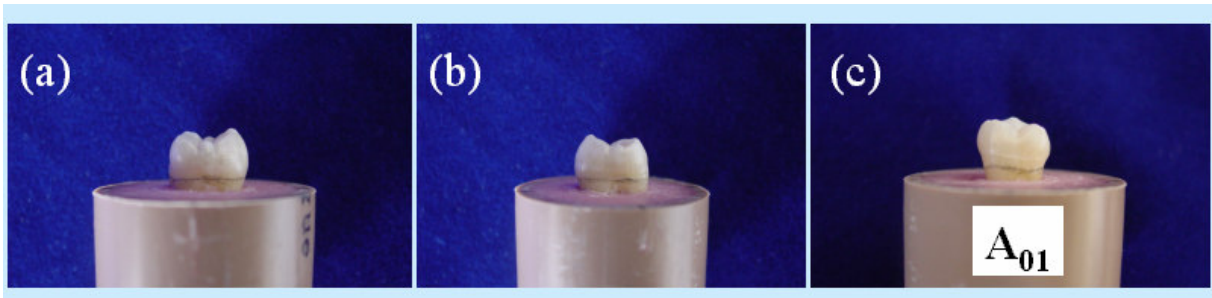


Figura 3 - Dente incluído: (a) vista distal. (b) vista mesial. (c) identificação do grupo.

3.2.1.2 Preparo Cavitário MOD

Para que este procedimento pudesse ser padronizado foi utilizado um aparelho adaptado sob uma base de um microscópio semelhante ao utilizado por Sá e Gabrielli (1979), contendo os seguintes componentes básicos: um dispositivo móvel metálico bipartido (a), contendo dois nichos: um menor para inserir uma haste metálica fixa (b) existente no corpo deste aparelho e outro maior para localizar a peça de alta rotação (c) *Roll Air 3* (Kavo do Brasil, Joinville, SC, Brasil). Uma vez inserida a ponta diamantada na cabeça da peça de alta rotação, esta era posicionada de maneira que ela ficasse paralela à face mesial do dente. Alcançado este objetivo, o dispositivo móvel bipartido era apertado através de uma porca tipo borboleta (d) até a total imobilização da peça de alta rotação. Um trilho (e) existente no corpo realizava o seu deslocamento no sentido vertical, assim, possibilitando o posicionamento da extremidade da ponta diamantada exatamente no local demarcado para o assoalho da cavidade. Na parte inferior do aparelho, havia um nicho (f) localizado sobre uma plataforma móvel (g). O anel de PVC era posicionado neste nicho e imobilizado através de um parafuso rosqueável (h). A plataforma podia ser deslocada para frente e para trás, para a direita e para a esquerda com o auxílio de um outro parafuso rosqueável (i), possibilitando levar o dente até o

local onde estava posicionada a peça de alta rotação, assim como realizar todos os movimentos necessários no momento do entalhe da cavidade (figura 4).

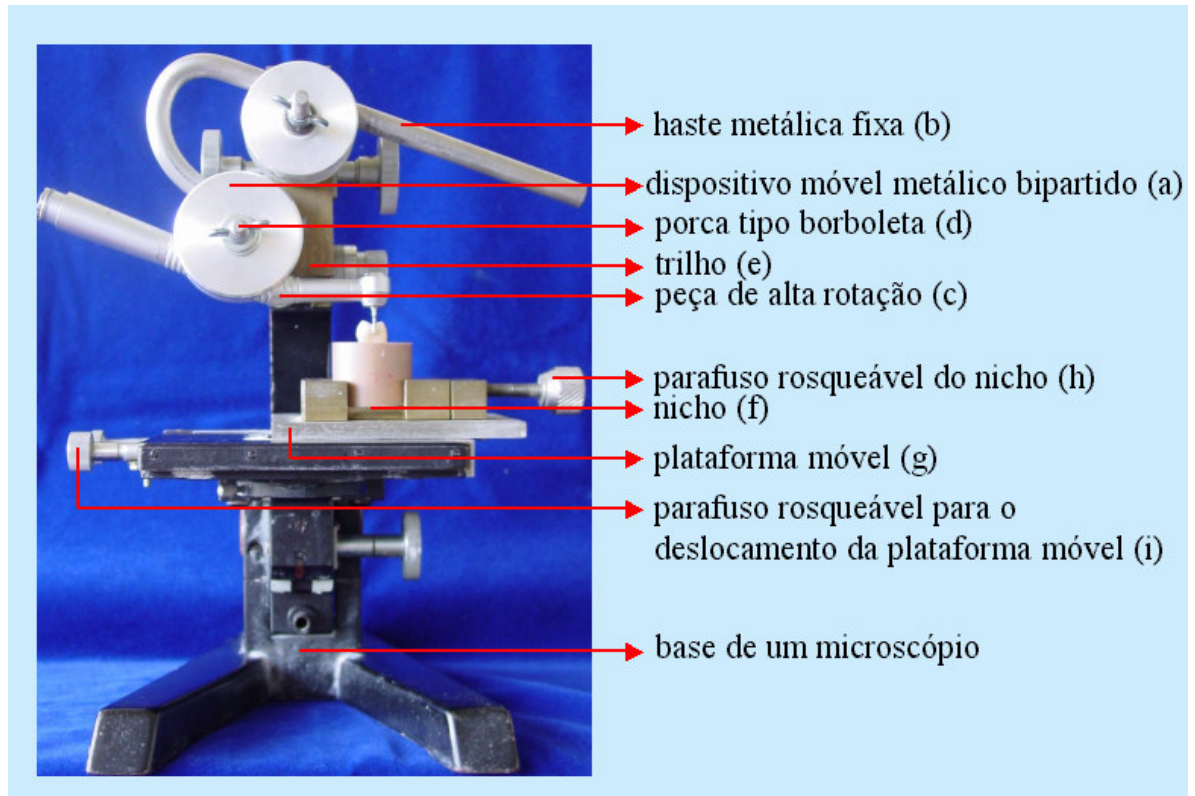


Figura 4 - Dispositivo de padronização do preparo cavitário.

Algumas referências foram delimitadas para que cada dente recebesse um preparo cavitário MOD padronizado em largura e profundidade. A largura vestibulo-palatina correspondeu a dois terços da distância intercuspídea. Esta foi mensurada colocando-se as pontas do paquímetro digital entre as pontas das cúspides méso-vestibular e palatina (figura 5). Estas medidas e o valor correspondente aos dois terços foram registrados para cada dente, conforme Apêndice C.

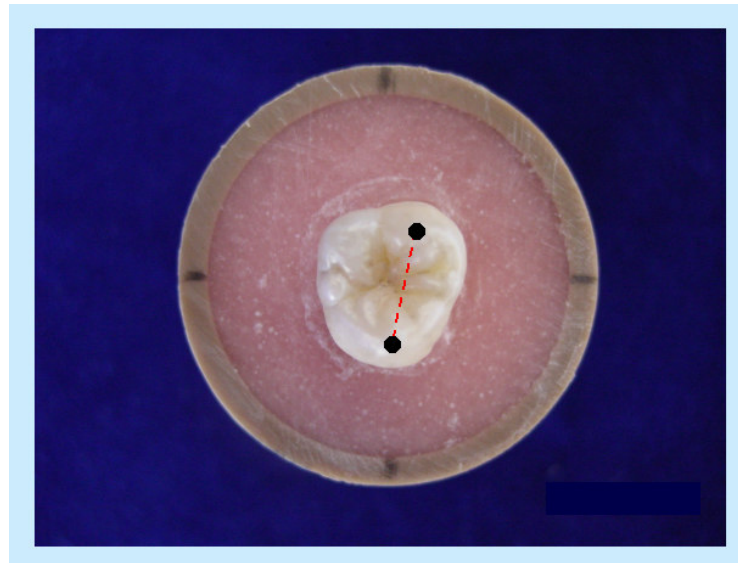


Figura 5 - Distância intercuspídea.

Uma linha foi delimitada a partir do sulco central para permitir que as paredes vestibular e palatina do preparo ficassem equidistantes em relação à medida de dois terços da distância intercuspídea. Esta linha sobre o sulco central foi estendida à face mesial, passando sobre a crista marginal, indo em direção ao colo dental até atingir a altura de quatro milímetros. Esta foi a profundidade determinada para o preparo. A largura vestibulo-palatina pré-determinada na oclusal foi estendida para a face mesial, ficando definida igual largura para as caixas proximais (figura 6).

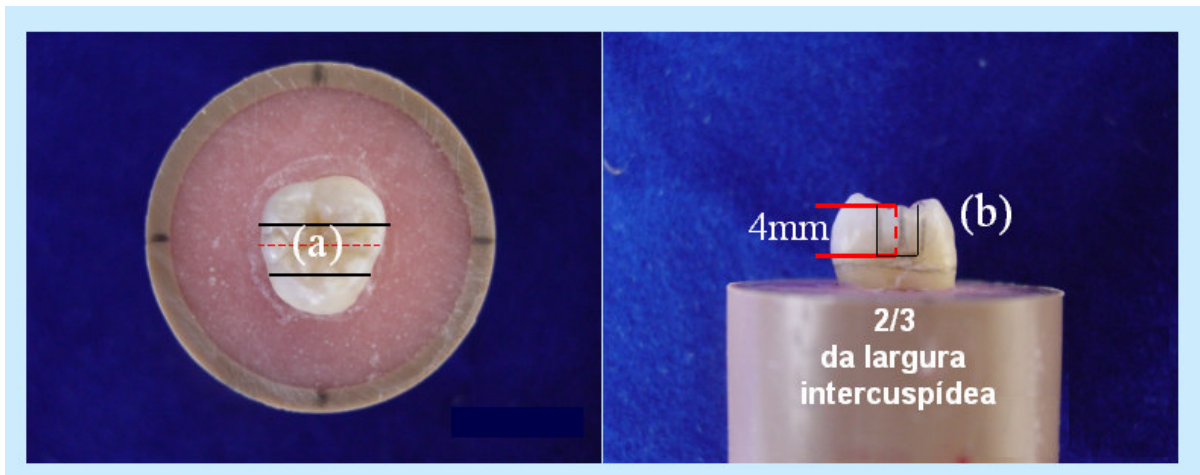


Figura 6 - Delimitação da cavidade para o preparo cavitário MOD. (a) Largura e demarcação da caixa oclusal (2/3 da largura intercuspídea). (b) Demarcação da largura (2/3 da largura intercuspídea) e profundidade (4 mm da crista marginal mesial) da caixa proximal.

Uma ponta diamantada número 2143 (especificações contidas no Quadro 2) foi selecionada para a realização do preparo cavitário. Inicialmente, foi posicionada na face mesial sobre a linha central na extensão do comprimento predeterminado (figura 7). A seguir, foi realizada uma canaleta de mesial até a distal com a largura referente ao diâmetro da ponta 2143 (figura 8). A partir desta canaleta, foi definida a parede vestibular e a palatina do preparo até os limites predeterminados (figuras 9 e 10) de maneira que o assoalho gengival uniu-se ao assoalho pulpar da caixa oclusal, formando um corredor único de mesial à distal. Portanto, o preparo MOD apresentou somente paredes vestibular e palatina, um assoalho comum de mesial à distal e os ângulos axio-pulpar vestibular e palatino arredondados naturalmente pelo formato da extremidade da ponta diamantada 2143 (figura11). Esta foi trocada a cada cinco preparos, os quais foram realizados por um único operador. O ângulo cavo superficial recebeu acabamento manual com recortador de margem número 28 e 29 (SSWhite Art. Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Cada dente foi retirado do soro

fisiológico para a realização desta tarefa e, uma vez concluída, devolvido ao recipiente de origem.

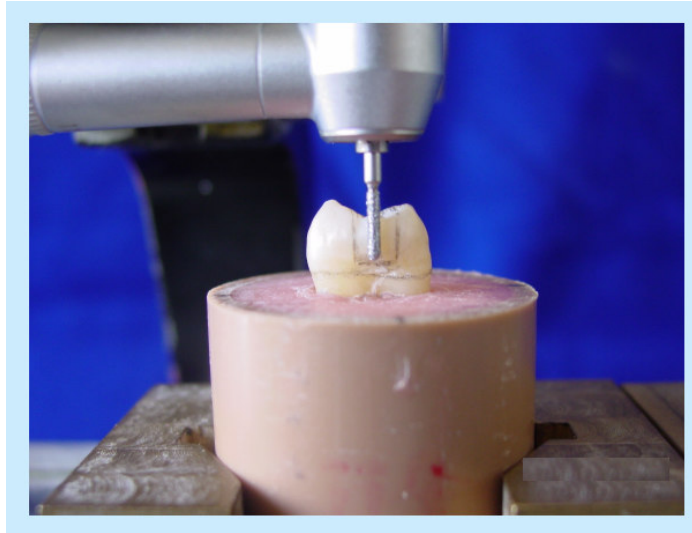


Figura 7 - Preparo cavitário MOD. Posicionamento da ponta diamantada número 2143 na face mesial.

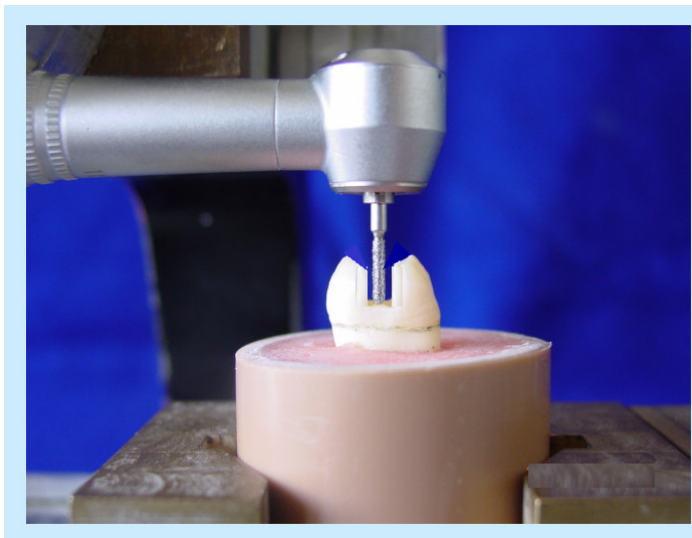


Figura 8 - Preparo cavitário MOD. Canaleta central de mesial à distal com o diâmetro aproximado da ponta diamantada.

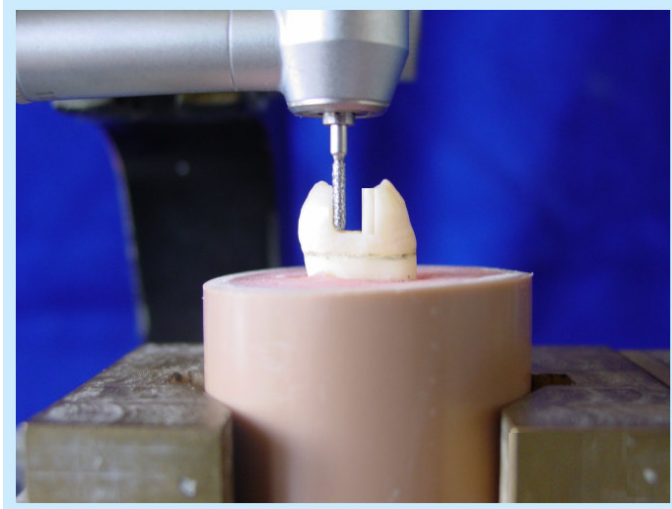


Figura 9 - Preparo cavitário MOD. Definição da parede palatina.

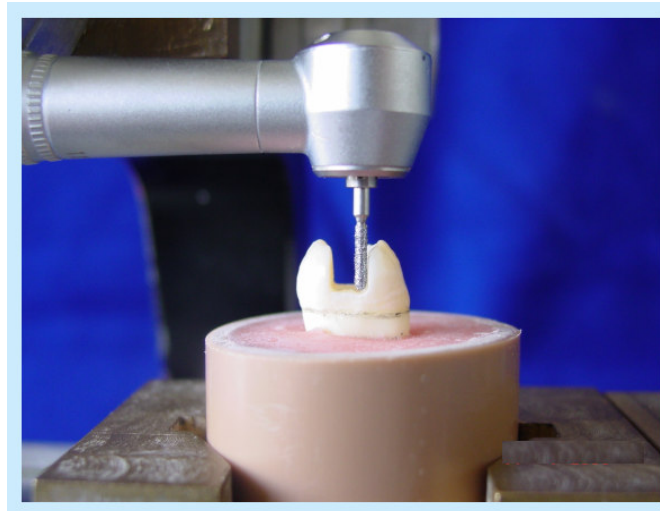


Figura 10 - Preparo cavitário MOD. Definição da parede vestibular.

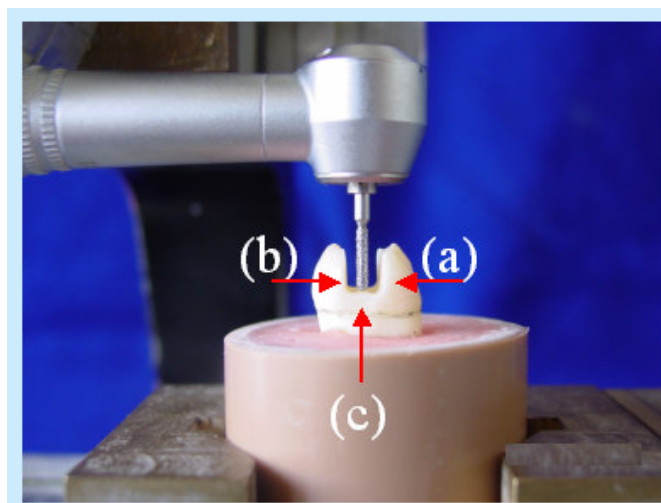


Figura 11 - Preparo cavitário MOD concluído. (a) Parede vestibular. (b) Parede palatina. (c) Assoalho comum de mesial à distal.

3.2.1.3 Esvaziamento da câmara pulpar

Após o preparo MOD ter sido concluído, foi solicitado a um especialista em endodontia a realização do esvaziamento pulpar nestes dentes. Para a abertura coronária, utilizaram-se pontas diamantadas número 02 e 04 (KG Sorensen Ind. e Com Ltda., Barueri, SP, Brasil) em alta rotação, com refrigeração de água e ar. O desgaste compensatório foi realizado com brocas Endo-Z (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil), também em alta rotação com refrigeração de água e ar. Nesse momento, a irrigação usada foi com hipoclorito de sódio a 1% (Johnson&Johnson Produtos Profissionais Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil) através de seringa plástica descartável *Plas Cap* de 5ml (Becton Dickinson Ind. Cir. Ltda., Curitiba, PR, Brasil) a fim de remover as raspas de dentina. A seguir, realizou-se a exploração dos canais com lima endodôntica número 15 (Flexo File, Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) e, imediatamente, procedeu-se ao preparo da entrada dos canais com brocas Gattes-Glidden números 01 e 02 (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil), tendo sempre o cuidado de irrigar os canais com hipoclorito de sódio a 1%. Depois disso, foram irrigados abundantemente com soro fisiológico para total eliminação do hipoclorito. Posteriormente, os canais radiculares foram secados com cones de papel (Tanari Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil), ficando prontos para receber a gutapercha (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil). Sobre esta, foi realizada uma condensação vertical com compactador de Paiva número 2 (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil), somente na região correspondente ao terço cervical radicular, pois havia muita divergência quanto ao número, comprimento e diâmetro dos canais radiculares.

Uma vez finalizada essa etapa (figura 12), o corpo de prova foi recolocado no recipiente de origem com soro fisiológico para evitar a sua desidratação.

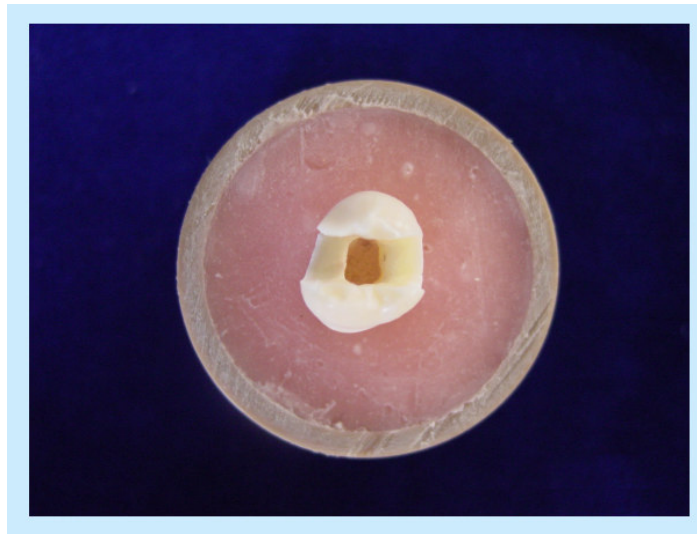


Figura 12 - Preparo cavitário MOD com o esvaziamento da câmara pulpar.

3.2.1.4 Demarcação e perfuração para a transfixação do pino de fibra de vidro

Para a transfixação do pino de fibra foi utilizado o Reforpost Angelus (figura 13), cujas especificações estão contidas no Quadro 2. Este material apresenta uma das extremidades com formato cônico e a outra com formato cilíndrico, respectivamente, com diâmetros de 0,9mm e 1,3mm. A extremidade cônica foi cortada com uma ponta diamantada número 3145 (especificações contidas no Quadro 2) em alta rotação, com refrigeração de ar e água, ficando com o diâmetro uniforme de 1,3mm.



Figura 13 - Reforpost pinos de fibra de vidro ANGELUS.

As perfurações para sua transfixação foram realizadas nas paredes vestibular e palatina com uma ponta diamantada número 3145, em alta rotação com refrigeração de ar e água. Esta ponta foi selecionada, pois possuindo um diâmetro igual a 1,2mm, levemente menor daquele do pino, preveniu uma abertura muito ampla do orifício, favorecendo ajuste melhor do pino no local. O seu comprimento de oito milímetros favoreceu a perfuração simultânea do dois orifícios num mesmo eixo de inserção. Ela foi trocada a cada cinco dentes.

As perfurações foram realizadas na região mais proeminente da face palatina e na interseção do terço mesial com o terço central da face vestibular. Esses pontos foram previamente demarcados com o auxílio de uma lapiseira para orientação e inserção da ponta diamantada, ficando posicionados em dentina e próximos ao limite amelodentinário (figura 14). Esta localização evitou a fragilização do tecido dentário e da resina composta restauradora situados acima e abaixo do pino (figura 15).

Uma vez concluída esta etapa, a gutapercha de preenchimento foi removida da câmara pulpar com uma colher de dentina número 18 (SSWhite Art. Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil), permanecendo somente na entrada dos condutos radiculares na forma de tampões.

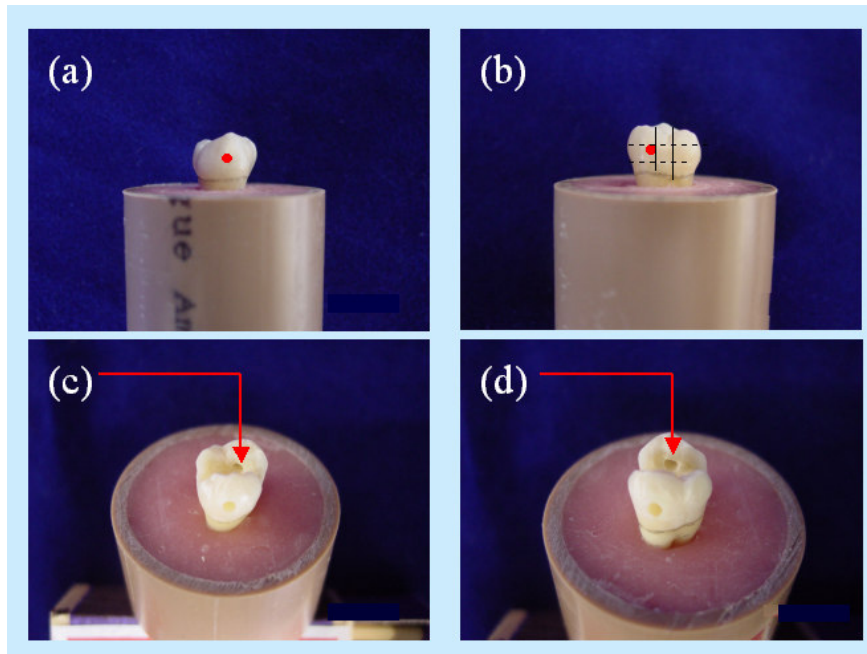


Figura 14 - (a) Demarcação das perfurações nas faces palatina (a) e vestibular (b). Vista das perfurações nas paredes vestibular (c) e palatina (d).

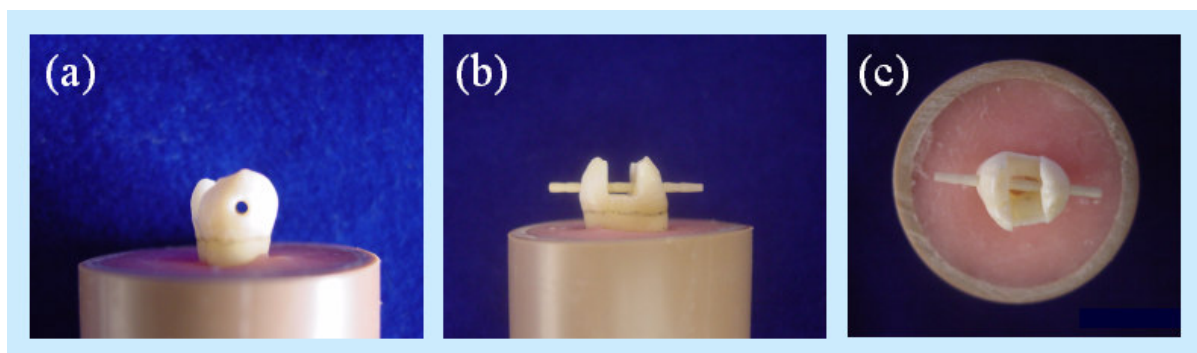


Figura 15 - (a) Eixo das perfurações. Pino transfixado: vista proximal (b) e vista oclusal (c).

3.2.1.5 Cimentação do pino de fibra de vidro em posição transfixada

Inicialmente, foi realizada uma profilaxia da coroa dental com taça de borracha (KG Sorensen Ind. e Com Ltda., Barueri, SP, Brasil), água e pedra-pomes (SSWhite Art. Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Depois disso, iniciaram-se os procedimentos de silanização do pino com Silano Angelus (especificações contidas no Quadro 2). Para evitar qualquer tipo de contato com o pino no momento da silanização, ele foi fixado em uma de lâmina de cera Utilidade na posição vertical através de uma de suas extremidades. Os procedimentos a seguir foram realizados de acordo com as instruções do fabricante:

- Limpeza do Reforpost Fibra de Vidro com álcool. Secar com jatos de ar;
- Aplicação de uma camada do Silano Angelus. Deixar secar naturalmente durante um minuto e após aplicar jatos de ar;
- Aplicação de uma fina camada de adesivo *Single Bond* (especificações contidas no Quadro 1). Fotopolimerização por 20 segundos com o auxílio do aparelho fotopolimerizador Optilux Demetron (Kerr, Orange, CA, EUA), aferido em $520 \text{ mW/cm}^2 \pm 20$ com auxílio de um radiômetro analógico Demetron (Kerr, Orange, CA, EUA).

As perfurações foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% (especificações contidas no Quadro 1) por 15 segundos, lavadas com *spray* de ar e água, por 30 segundos, para a remoção total do ácido e secadas com bolinhas de algodão *Topz* (Nature's Plus Farmacêutica Ltda., Hortolândia, SP, Brasil) para evitar a desidratação do tecido dentinário envolvido no preparo. No Grupo E, esse procedimento foi realizado em toda a cavidade,

iniciando pelo esmalte, depois pelos orifícios, finalizando no tecido dentinário, pois, neste grupo, a cavidade foi restaurada com resina composta logo após a cimentação do pino.

Foram pinceladas duas camadas consecutivas do sistema adesivo *SingleBond* (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) nas áreas condicionadas com o auxílio de um *microbrush* (KG Sorensen Ind. e Com Ltda., Barueri, SP, Brasil), espalhando-as bem para permitir uma camada fina e homogênea nas paredes das perfurações. Após, foi aplicado suavemente um jato de ar por um tempo de dois a cinco segundos para a evaporação do solvente e fotopolimerizadas por 20 segundos na face externa e interna. A resina *Natural Flow* (especificações contidas no Quadro 1) foi colocada nos orifícios e nas extremidades do pino. Com a ajuda de uma pinça para algodão, ele foi transfixado através das perfurações de tal maneira que suas extremidades ficassem ali totalmente envoltas pela resina *flow*. Os excessos do escoamento foram removidos com uma sonda exploradora (SSWhite Art. Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil). A fotopolimerização foi realizada na parte externa e interna da parede vestibular e palatina por 30 segundos.

3.2.1.6 Restauração com resina composta

Inicialmente, foi realizada uma profilaxia da coroa dental com taça de borracha água e pedra pomes. A seguir, o condicionamento ácido com *Acid Gel* a 37% foi realizado em toda a cavidade, iniciando pelo esmalte e finalizando na dentina. O tempo foi cronometrado para não exceder a 30 segundos, evitando que a ação do ácido no tecido dentinário ultrapassasse o tempo de 15 segundos. Depois disso, toda a cavidade foi lavada com *spray* de ar e água, por

30 segundos, para a remoção total do ácido e secada com bolinhas de algodão para evitar a desidratação do tecido dentinário envolvido no preparo. Foram aplicadas duas camadas consecutivas do sistema adesivo *SingleBond* nas áreas condicionadas, com o auxílio de um *microbrush*, espalhando-as bem para permitir uma camada fina e homogênea. Posteriormente, foi aplicado suavemente um jato de ar durante o tempo de dois a cinco segundos para a evaporação do solvente e fotopolimerizadas por 20 segundos, na região mesial, oclusal e distal do preparo MOD. A seguir, a câmara pulpar foi preenchida com a resina *Natural Flow* e fotopolimerizada por 30 segundos. No Grupo E, este procedimento foi realizado antes da cimentação do pino transfixado para facilitar a sua inserção. Para a restauração do preparo cavitário MOD, foi utilizada a resina composta fotopolimerizável *Filtek Z 250* (especificações contidas no Quadro 1) na cor A₁. O material foi inserido na cavidade com o auxílio de uma espátula *Thompson* números dois e doze (Dental MFG, Denver, CO, EUA), utilizando-se a técnica incremental de Wiecekowski et al. (1988), adaptada para o modelo e para as proporções deste preparo. A colocação dos incrementos obedeceu à seguinte ordem:

- O primeiro incremento foi colocado na parede palatina em plano inclinado, da metade do assoalho da cavidade até altura do cavo superficial;
- O segundo incremento foi colocado na parede vestibular da mesma forma que o da parede palatina;
- O terceiro incremento foi colocado em plano inclinado sobre a metade inferior do incremento vestibular até a altura do cavo superficial da parede palatina;
- O quarto incremento em plano inclinado foi colocado sobre a metade inferior do incremento palatino até a altura do cavo superficial da parede vestibular;

- Os dois últimos incrementos colocados individualmente formaram um ângulo intercuspídeo vestibulo-palatino de 90° para padronizar a inclinação das cúspides e facilitar o assentamento da barra cilíndrica somente em superfície dentária no momento do teste compressivo. Para tal, foi utilizado um esquadro metálico.

Em nenhum momento os incrementos foram colocados em contato simultâneo com as paredes vestibular e palatina e cada um deles foi fotoativado por 20 segundos, seguindo as instruções do fabricante (figura 16).

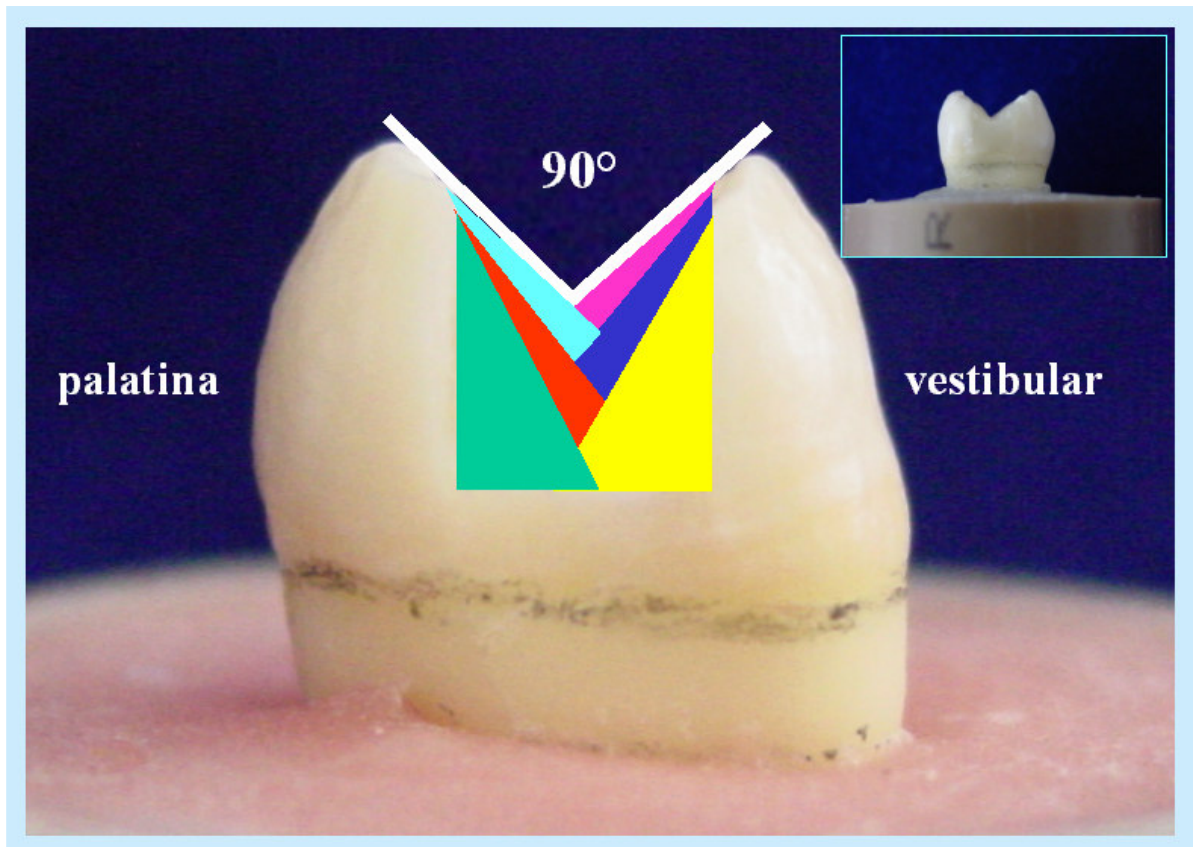


Figura 16 - Restauração de resina composta. (a) Esquema da ordem dos incrementos: 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°. (b) ângulo intercuspídeo de 90° .

A seqüência dos procedimentos para a confecção dos corpos de prova em cada grupo de teste não foi igual para todos, estando discriminada a seguir:

- Grupo A (dentes hígidos - controle): inclusão do dente na resina acrílica;
- Grupo B (MOD+Endo): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD, esvaziamento da câmara pulpar;
- Grupo C (MOD+Endo+Pino): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD, esvaziamento da câmara pulpar, demarcação e perfuração para a transfixação do pino de fibra de vidro, cimentação do pino de fibra em posição transfixada;
- Grupo D (MOD+Endo+Resina): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD, esvaziamento da câmara pulpar, restauração com resina composta;
- Grupo E (MOD+Endo+Pino+Resina): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD, esvaziamento da câmara pulpar, demarcação e perfuração para a transfixação do pino de fibra de vidro, cimentação do pino de fibra em posição transfixada, restauração com resina composta.

Depois de concluída a seqüência relativa a cada grupo, os corpos de prova em teste foram recolocados imediatamente no respectivo pote com soro fisiológico e mantidos por 24 horas à temperatura de 37°C em uma estufa (Fanem, Modelo 002-CB, São Paulo, SP, Brasil).

Decorrido esse tempo, eles foram retirados e as seguintes etapas realizadas:

- Grupo A (dentes hígidos - controle): ensaio de resistência à fratura;
- Grupo B (MOD+Endo): ensaio de resistência à fratura;

- Grupo C (MOD+Endo+Pino): corte dos pinos transfixados rente à superfície vestibular e palatina com ponta diamantada 3145 em alta rotação com refrigeração de água e ar, polimento da região com discos *Soflex* (especificações contidas no Quadro 1) extrafinos em baixa rotação (micromotor Kavo do Brasil, Joinvile, SC, Brasil) e ensaio de resistência à fratura;
- Grupo D (MOD+Endo+Resina): polimento da restauração de resina composta com discos *Soflex* extrafinos em baixa rotação e, a seguir, ensaio de resistência à fratura;
- Grupo E (MOD+Endo+Pino+Resina): corte dos pinos transfixados rente à superfície vestibular e palatina com ponta diamantada 3145 em alta rotação com refrigeração de água e ar, polimento dessas regiões e da restauração de resina composta com discos *Soflex* extrafinos em baixa rotação e ensaio de resistência à fratura (figura 17).

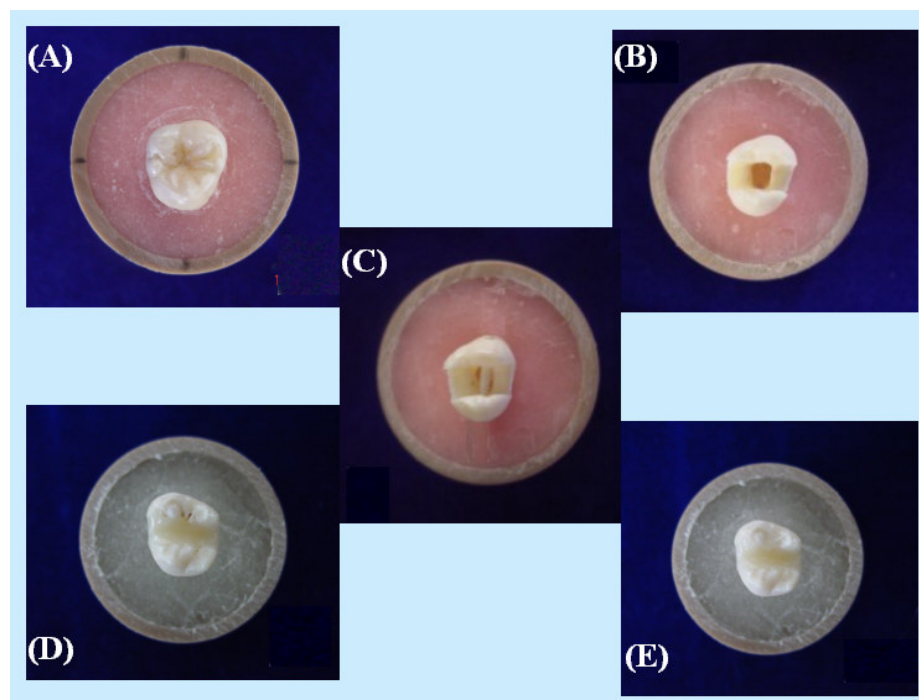


Figura 17 - Grupos de teste: (A), (B), (C), (D), (E).

3.2.2 Ensaio de Resistência à Fratura

Decorrido o período de armazenagem de 24 horas do grupo em teste, os corpos de prova foram retirados da estufa e submetidos ao teste de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal EMIC DL – 2000 (São José do Pinhais, PR, Brasil). A célula de carga selecionada foi de 10kN e a velocidade de 1mm/min. A máquina foi acoplada a um computador, o qual opera um programa denominado MT teste 100.

O programa MT teste apresenta as seguintes características:

- Opera com microcomputadores PC compatíveis sob o sistema operacional Windows 95.
- Comunica-se com a máquina por meio de uma interface serial padrão RS 232, 9600/2400 *bands*.
- Destina-se à realização de ensaios monotônicos, ou seja, com aplicação de deformação crescente em um episódio apenas. No caso deste estudo, foi a força de compressão.
- Permite a realização de um ensaio segundo um método pré-definido pelo próprio usuário, permitindo grande flexibilidade na imposição dos parâmetros de ensaio.
- Apresenta uma interface simples e conceitos intimamente ligados à física dos materiais, tornando seu aprendizado extremamente rápido.
- Emite, após cada ensaio de resistência à fratura, um gráfico de força e deformação, sendo tais resultados agrupados em um relatório final, constando: (a) identificação

do grupo de teste, (b) identificação do período de teste, (c) corpos de prova numerados, (d) registro da força de fratura (ruptura) para cada corpo de prova em Newton, (e) registros globais: número total de corpos CP utilizados no experimento, média aritmética para força de fratura (ruptura), desvio-padrão, coeficiente de variação (%), valores mínimo e máximo da força de ruptura, gráfico geral de força x deformação.

Para o posicionamento do corpo de prova na máquina de ensaio obedeceu-se ao seguinte roteiro de montagem, ilustrado na figura 18: no braço móvel (a) da máquina de ensaio, onde está fixada a célula de carga, foi rosqueada uma peça metálica (b), contendo, na extremidade livre, um cilindro de aço com 7,5mm de diâmetro e 16mm de comprimento (c). O corpo de prova (d) foi posicionado sobre uma mesa redonda (e) previamente rosqueada na travessa inferior da máquina. O braço móvel foi acionado até a barra cilíndrica contatar somente com os planos inclinados da superfície intercuspídea da face oclusal do corpo de prova, assentando-se no sentido mésio-distal. A angulação intercuspídea de 90°, realizada na escultura oclusal dos corpos de prova, restaurados com resina composta, evitou que o cilindro tocasse em qualquer ponto da restauração.

A tensão de compressão foi aplicada paralelamente ao longo eixo do dente até a sua fratura. A força máxima de resistência à fratura (ruptura) para cada corpo de prova foi registrada em Newtons, através do programa MT teste 100 acoplado em computador. Os relatórios foram fornecidos para cada grupo de teste.

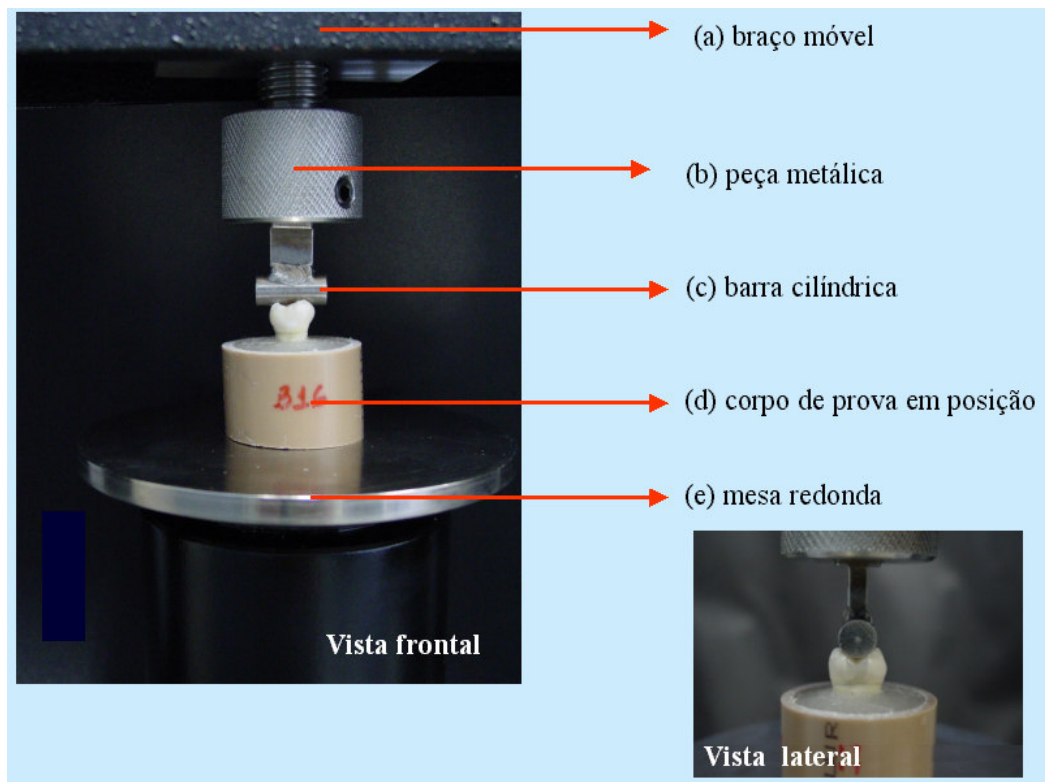


Figura 18 - Máquina de ensaio universal EMIC DL - 2000. Corpo de prova posicionado para o ensaio de compressão.

3.2.3 Análise das Variáveis Qualitativas

3.2.3.1 *Tipo de fratura dentária*

Depois de realizado o teste de resistência à fratura, os corpos de prova foram submetidos ao exame visual para a avaliação da fratura dentária. Foram classificados três tipos de fratura: fratura de assoalho pulpar, fratura de cúspide e fratura de assoalho pulpar e cúspide. Foi considerada fratura de assoalho quando a linha de fratura dividiu o dente em duas partes no nível somente do assoalho pulpar da cavidade, independente do sentido ser vestibular/palatino ou mesial/distal (figura 19). Foi considerada fratura de cúspide quando a linha de fratura envolveu total ou parcialmente a cúspide, independente da presença ou

ausência do seu deslocamento (figura 20). Foi considerada fratura de assoalho pulpar e cúspide quando houve a associação das duas fraturas citadas acima (figura 21).



Figura 19 - Fratura de assoalho pulpar



Figura 20 - Fratura de cúspide.

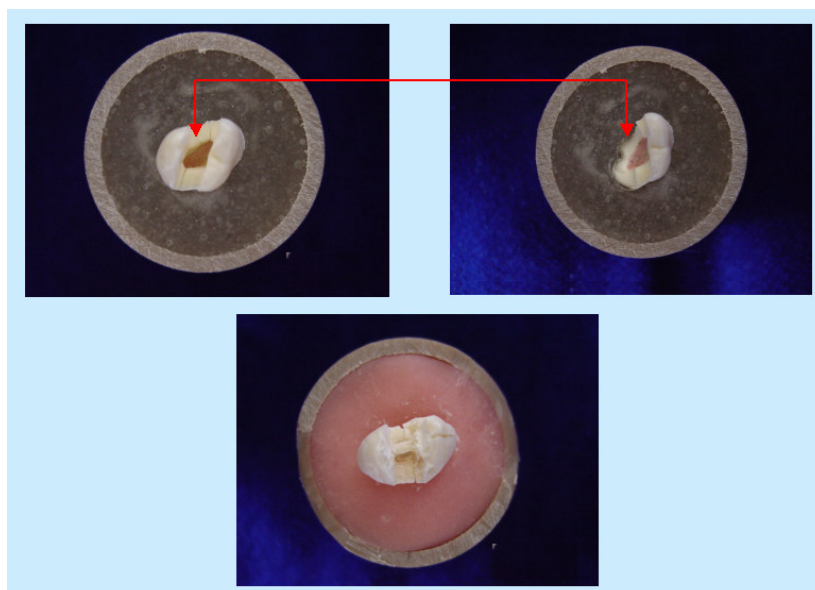


Figura 21 - Fratura de assoalho pulpar e cúspide.

3.2.3.2 *Diagnóstico do dente*

Depois de realizado o teste de resistência à fratura, todos os corpos de prova foram submetidos ao exame visual para a avaliação do término da linha de fratura. Foram determinados três tipos de diagnóstico para o dente: condenado, recuperável e duvidoso. O dente foi considerado condenado quando a linha de fratura ocorreu em toda a extensão vertical do assoalho da câmara pulpar, dividindo a coroa em duas partes, uma vestibular e outra palatina. O dente foi considerado recuperável quando a linha de fratura foi parcial tanto no sentido vertical quanto horizontal, não dividindo a coroa em duas partes. O dente foi considerado com diagnóstico duvidoso quando o término da linha de fratura não pôde ser identificado com precisão.

3.2.3.3 *Tipo de cúspide fraturada*

Depois de realizado o teste de resistência à fratura, os corpos de prova foram submetidos ao exame visual para a avaliação da ausência ou da presença de cúspide fraturada. Foi considerada ausência de cúspide fraturada quando o corpo de prova apresentou somente fratura de assoalho pulpar. Quando o corpo de prova apresentou uma cúspide fraturada ou mais, elas receberam o nome correspondente à face fraturada, ficando, assim, denominadas: fratura da cúspide palatina, fratura da cúspide vestibular e fratura das cúspides palatina e vestibular.

As variáveis qualitativas foram avaliadas nos corpos de prova de cada grupo e, posteriormente, comparadas entre si.

3.2.3.4 *Teste estatístico*

Após a obtenção dos resultados, para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov. Com o objetivo de comparar os grupos entre si, foram realizados os testes estatísticos Análise de Variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey com nível de significância de 5%.

Resultados

4 RESULTADOS

4.1 Ensaio de Resistência à Fratura

Para verificar a existência de normalidade nos resultados obtidos para cada Grupo foi aplicado o teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov. Todos os Grupos apresentaram distribuição normal e, assim, foi aplicado o teste de Análise de Variância (ANOVA). Os valores obtidos para cada corpo de prova encontram-se nos Apêndices D, E, F, G e H.

Uma vez constatada a existência de diferenças significativas, os valores médios foram submetidos ao teste de comparações múltiplas de Tukey no nível de significância de 5% e estão apresentados na tabela 1 e ilustrados graficamente na figura 22.

Tabela 1 - Valores das médias para a resistência à fratura nos diferentes grupos de teste (n).

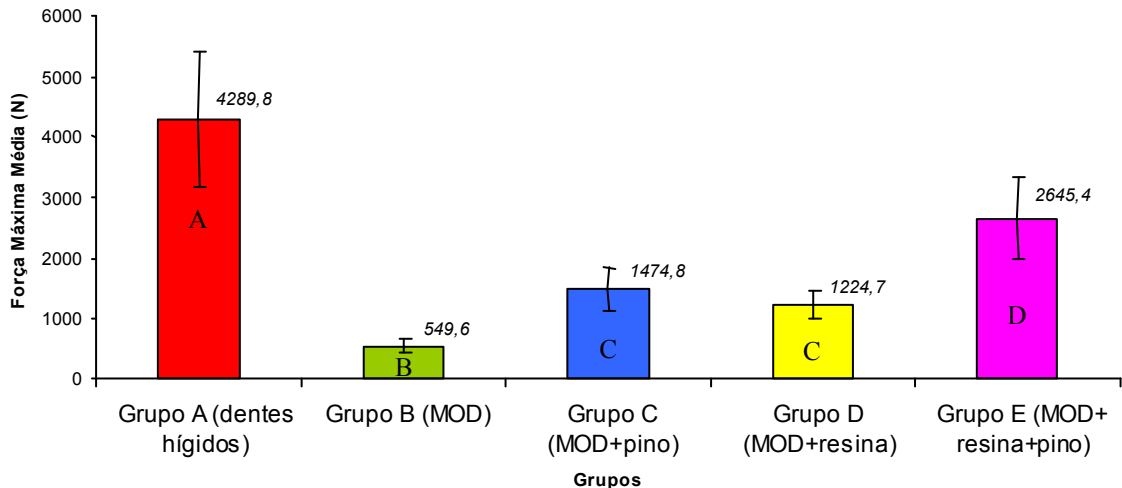
Grupo	n	Média (N)	Desvio-padrão	Coef. Var. %
Grupo A (dentes hígidos)	15	4289,8^a	1128,0	26,29
Grupo B (MOD+Endo)	15	549,6^b	120,7	21,96
Grupo C (MOD+Endo+pino)	15	1474,8^c	338,1	22,92
Grupo D (MOD+ Endo+resina)	15	1224,7^c	236,0	19,26
Grupo E (MOD+Endo+ resina+pino)	15	2645,4^d	675,1	25,53

Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística significativa para Tukey no nível de significância de 5%.

A partir destes resultados, verificou-se que

1. o Grupo A (dentes hígidos) apresentou a maior média para a resistência à fratura, diferindo significativamente daquelas obtidas para os demais grupos no nível de significância de 5%;
2. o Grupo B (MOD+Endo) apresentou a menor média para a resistência à fratura, diferindo significativamente daquelas obtidas para os demais grupos no nível de significância de 5%;
3. o Grupo E (MOD+Endo+Resina+Pino) apresentou a segunda maior média para a resistência à fratura, diferindo significativamente daquelas obtidas para os demais grupos no nível de significância de 5%;
4. os Grupos C (MOD+Endo+Pino) e D (MOD+Endo+Resina) apresentaram médias intermediárias para a resistência à fratura em relação aos Grupos B e E. Não diferiram significativamente entre si, porém apresentaram diferenças significativas em relação aos demais grupos no nível de significância de 5%;
5. em relação ao Grupo A (dentes hígidos), houve perda da resistência à fratura de 87,18% para o Grupo B; de 65,62% para o Grupo C; de 71,45% para o Grupo D e de 38,33% para o Grupo E;
6. entre os grupos restaurados, o Grupo E (MOD+Endo+Resina+Pino) apresentou um ganho na resistência à fratura de 2,16 vezes em relação ao Grupo D (MOD+Endo+Resina);

7. entre os grupos com preparo cavitário MOD livre de restauração, o Grupo C (MOD+Endo+Pino) apresentou um ganho na resistência à fratura de 2,68 vezes em relação ao Grupo B (MOD+Endo).



Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística significativa para Tukey no nível de significância de 5%.

Figura 22 - Ilustração gráfica dos valores médios da resistência à fratura entre os grupos de teste.

4.2 Análise das Variáveis Qualitativas

Os resultados da análise das variáveis qualitativas tipo de fratura, tipo de diagnóstico e tipo de cúspide fraturada estão apresentados nas tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 e ilustrados graficamente nas figuras 23 (tabela 2), 24 (tabela 3), 25 (tabela 4), 26 (tabela 5), 27 (tabela 6), 28 (tabela 7) e 29 (tabela 8).

Tabela 2 - Tipo de fratura e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tipo de Fratura	Nº Dentes	%
Assoalho Pulpar	12	16
Assoalho Pulpar e Cúspide	21	28
Cúspide	42	56
Total	75	100

A partir dessa análise, verificou-se que, dos 75 dentes submetidos ao ensaio de resistência à fratura, 12 dentes (16%) apresentaram fratura de assoalho, 21 dentes (28%) apresentaram fratura de assoalho e cúspide e 42 (56%) dentes apresentaram fratura de cúspide, demonstrando o predomínio desse último tipo de fratura.

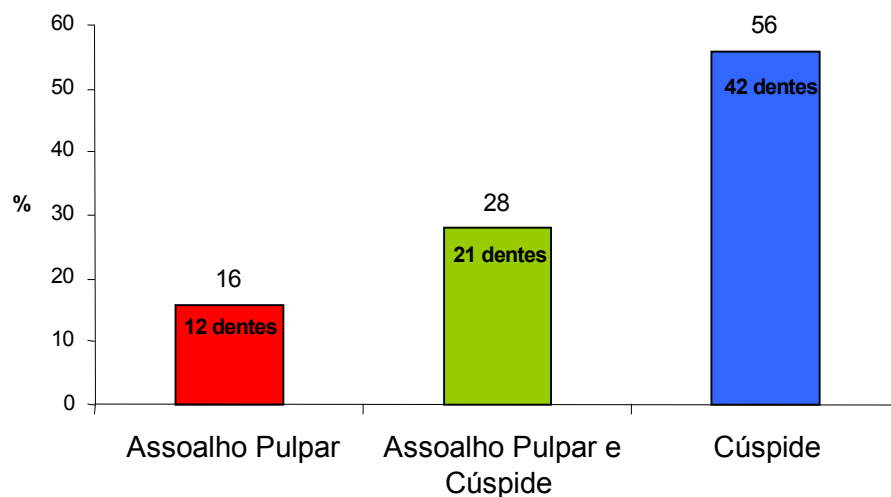


Figura 23 - Ilustração gráfica do tipo de fratura e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tabela 3 - Tipo de diagnóstico e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tipo de Diagnóstico	Nº Dentes	%
Diagnóstico Duvidoso	04	5,3
Condenado	24	32,0
Recuperável	47	62,7
Total	75	100

A partir dessa análise, verificou-se que, dos 75 dentes submetidos ao ensaio de resistência à fratura, 04 dentes (5,3%) apresentaram diagnóstico duvidoso, 24 dentes (32,0%) foram dados como condenados e 47 (62,7%) dentes foram dados como recuperáveis, demonstrando o predomínio deste último tipo de diagnóstico.

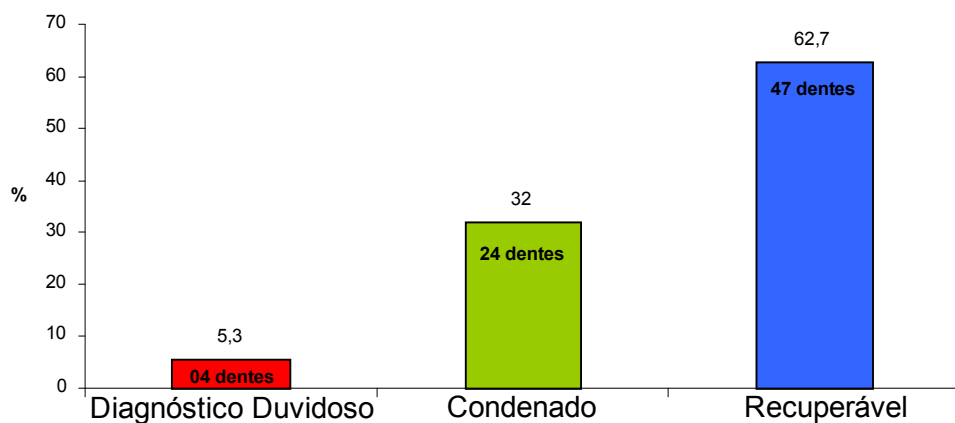


Figura 24 - Ilustração gráfica do tipo de diagnóstico e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura em todos os corpos de prova.

Tabela 4 - Tipo de cúspide fraturada e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tipo de Cúspide Fraturada	Total	%
Não houve fratura de cúspide	12	16,0
Palatina	37	49,3
Vestibular	11	14,7
Palatina e Vestibular	15	20,0
Total	75	100

A partir dessa análise, verificou-se que, dos 75 dentes submetidos ao ensaio de resistência à fratura, 12 dentes (16,0%) não apresentaram fratura de cúspide, 37 dentes (49,3%) apresentaram fratura somente da cúspide palatina, 11 dentes (14,7%) apresentaram fratura da cúspide vestibular e 15 dentes (20,0%) apresentaram fratura de ambas as cúspides. Observou-se que houve o predomínio da fratura da cúspide palatina.

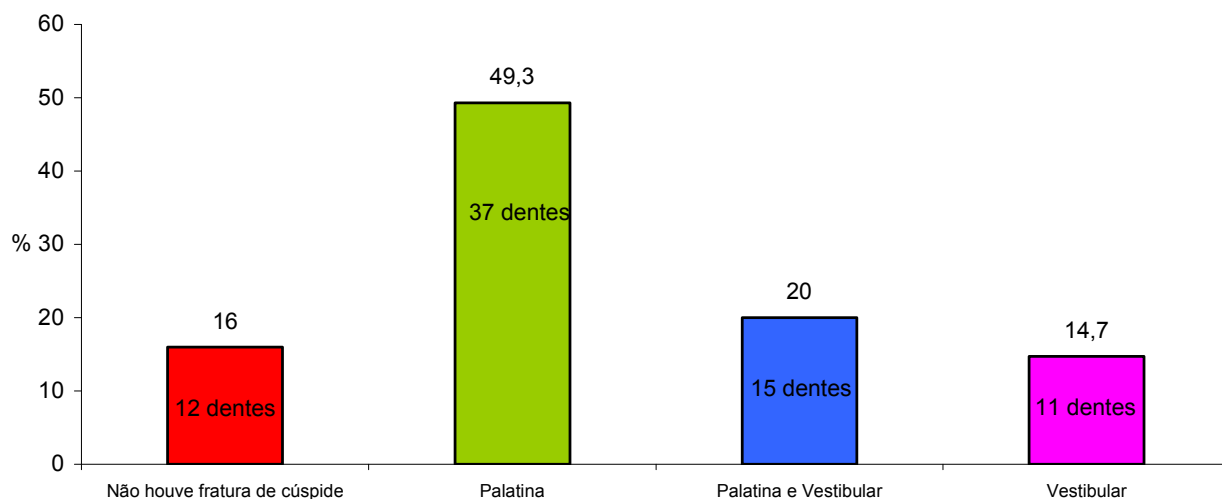


Figura 25 - Ilustração gráfica do tipo de cúspide fraturada e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos em cada tipo, após a realização do ensaio de resistência à fratura em todos os corpos de prova.

Tabela 5 - Tipo de fratura em cada grupo de teste (n = 15) e a relação do número e percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tipo de Fratura	Grupo					Total
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	
Assoalho Pulpar	-	6 (40%)	2 (13,3%)	4 (26,7%)	-	12
Assoalho Pulpar e Cúspide	7 (46,7%)	2 (13,3%)	9 (60%)	-	3 (20%)	21
Cúspide	8 (53,3%)	7 (46,7%)	4 (26,7%)	11 (73,3%)	12 (80%)	42
Total	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	75

Grupo A (dentes hígidos), **Grupo B** (MOD+Endo), **Grupo C** (MOD+Endo+Pino), **Grupo D** (MOD+Endo+Resina), **Grupo E** (MOD+Endo+Resina+Pino).

A partir desta análise, verificou-se que

1. no Grupo A, nenhum dente apresentou fratura de assoalho pulpar, sete dentes (46,7%) apresentaram fratura de assoalho pulpar e cúspide, e oito dentes (53,3%) apresentaram fratura de cúspide;
2. no Grupo B, houve a presença de todos os tipos de fratura, sendo que seis dentes (40%) apresentaram fratura de assoalho pulpar, dois dentes (13,3%) apresentaram fratura de assoalho pulpar e cúspide, e sete dentes (46,7%) apresentaram fratura de cúspide;
3. no Grupo C, houve a presença de todos os tipos de fratura, sendo que dois dentes (13,3%) apresentaram fratura de assoalho pulpar, nove dentes (60%) apresentaram fratura de assoalho pulpar e cúspide, e quatro dentes (26,7%) apresentaram fratura de cúspide;
4. no Grupo D, nenhum dente apresentou fratura de assoalho pulpar e cúspide, quatro dentes (26,7%) apresentaram fratura de assoalho pulpar, e onze dentes (73,3%) apresentaram fratura de cúspide;

5. no Grupo E, nenhum dente apresentou fratura de assoalho pulpar, três dentes (20%) apresentaram fratura de assoalho pulpar e cúspide, e doze dentes (80%) apresentaram fratura de cúspide;
6. a fratura de cúspide ocorreu em todos os Grupos de teste, a fratura de assoalho pulpar ocorreu somente nos Grupos B, C e D, e a fratura de assoalho pulpar e cúspide ocorreu em todos os Grupos de teste, com exceção do Grupo D.
7. em relação a todos os Grupos de teste, a fratura de assoalho pulpar predominou no Grupo B, a de assoalho pulpar e cúspide predominou no Grupo C, e a de cúspide predominou no Grupo E.

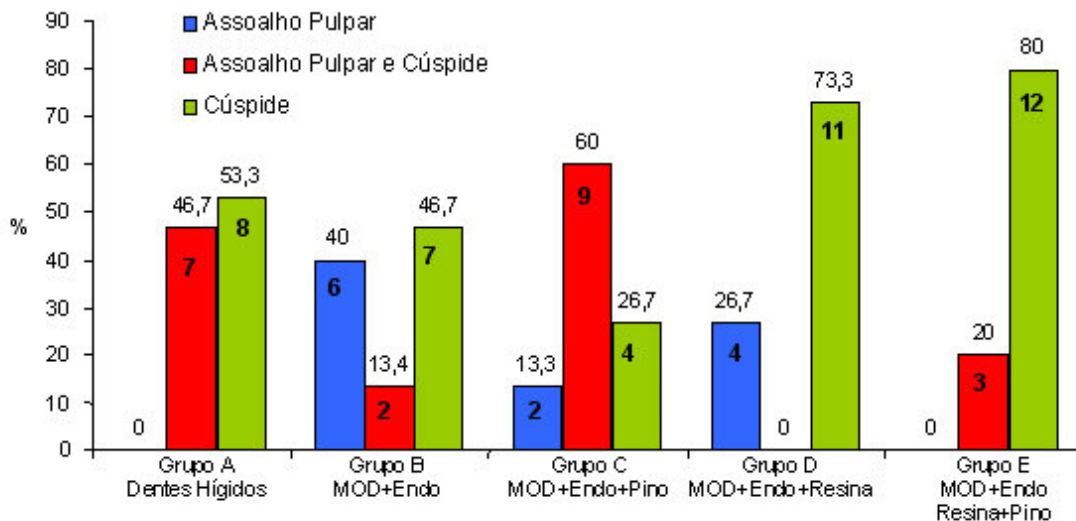


Figura 26 - Ilustração gráfica do tipo de fratura em cada grupo de teste (n=15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tabela 6 - Tipo de cúspide fraturada em cada grupo de teste (n = 15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tipo de Cúspide Fraturada	Grupo					Total
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	
Não houve fratura da cúspide	-	6 (40%)	2 (13,3%)	4 (26,7%)	-	12
Palatina	1 (6,7%)	8 (53,3%)	8 (53,3%)	11 (73,3%)	9 (60%)	37
Palatina e Vestibular	9 (60%)	-	2 (13,3%)	-	4 (26,7%)	15
Vestibular	5 (33,3%)	1 (6,7%)	3 (20%)	-	2 (13,3%)	11
Total	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	75

Grupo A (dentes hígidos), **Grupo B** (MOD+Endo), **Grupo C** (MOD+Endo+Pino), **Grupo D** (MOD+Endo+Resina), **Grupo E** (MOD+Endo+Resina+Pino).

A partir dessa análise, verificou-se que

1. no Grupo A, todos os dentes apresentaram fratura de cúspide, sendo que um dente (6,7%) apresentou fratura somente da cúspide palatina, nove dentes (60%) apresentaram fratura de ambas as cúspides palatina e vestibular e cinco dentes (33,3%) apresentaram fratura somente da cúspide vestibular;
2. no Grupo B, seis dentes (40%) não apresentaram fratura de cúspide, oito dentes (53,3%) apresentaram fratura somente da cúspide palatina e um dente (6,7%) apresentou fratura somente da cúspide vestibular. Nenhum dente apresentou fratura de ambas as cúspides palatina e vestibular;
3. no Grupo C, dois dentes (13,3%) não apresentaram fratura de cúspide, oito dentes (53,3%) apresentaram fratura somente da cúspide palatina, dois dentes (13,3%) apresentaram fratura de ambas as cúspides palatina e vestibular, e três dentes (20%) apresentaram fratura somente da cúspide vestibular;

4. no Grupo D, quatro dentes (26,7%) não apresentaram fratura de cúspide e 11 dentes (73,3%) apresentaram fratura somente da cúspide palatina. Nenhum dente apresentou fratura de ambas as cúspides palatina e vestibular ou somente da cúspide vestibular;
5. no Grupo E, todos os dentes apresentaram fratura de cúspide, sendo que nove dentes (60%) apresentaram fratura somente da cúspide palatina, quatro dentes (26,7%) apresentaram fratura de ambas as cúspides palatina e vestibular, e dois dentes (13,3%) apresentaram fratura somente da cúspide vestibular;
6. fratura somente da cúspide palatina foi observada em todos os Grupos de teste, fratura somente da cúspide vestibular foi observada em todos os Grupos de teste com exceção do Grupo D, e a fratura de ambas as cúspides palatina e vestibular observou-se somente nos Grupos A, C e E. Em alguns dentes dos Grupos B, C e D, não foi observado algum tipo de cúspide fraturada;
8. em relação a todos os Grupos de teste, a fratura da cúspide palatina predominou no Grupo D, a de ambas as cúspides e a da cúspide vestibular predominaram no Grupo A. O Grupo B foi o que apresentou o menor número de cúspides fraturadas, e os Grupos A e E os com o maior número de cúspides fraturadas.

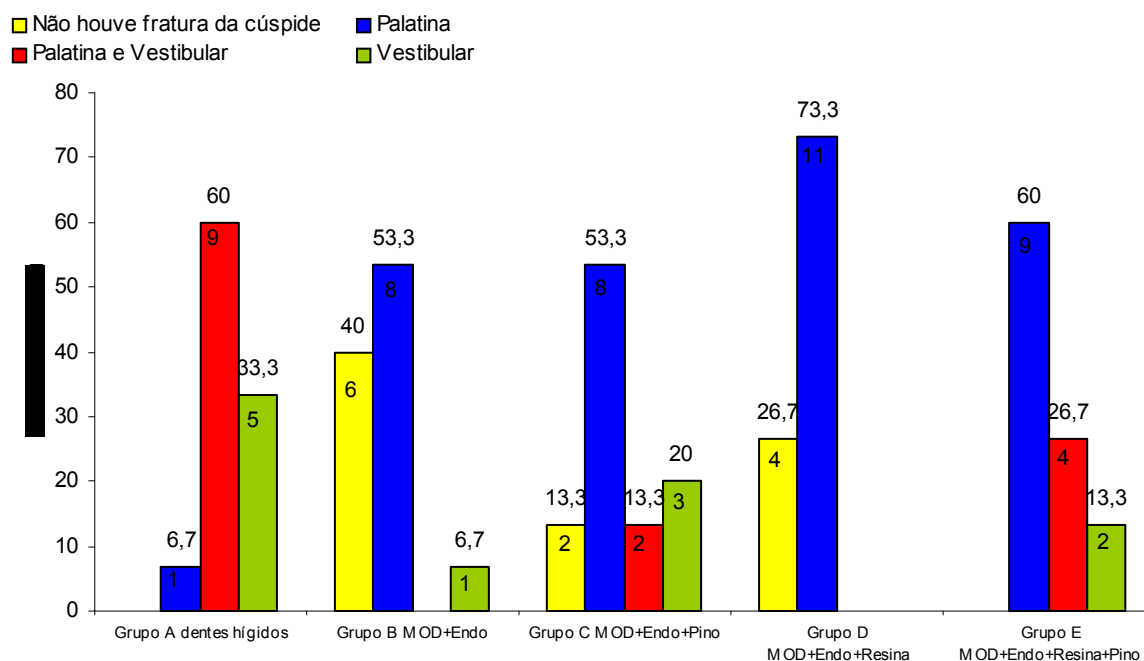


Figura 27 - Ilustração gráfica do tipo de cúspide fraturada em cada grupo de teste (n=15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tabela 7 - Tipo de diagnóstico em cada grupo de teste (n = 15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tipo de Diagnóstico	Grupo					Total
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	
Diagnóstico duvidoso	-	-	-	-	4 (26,7%)	4
Recuperável	8 (53,3%)	9 (60%)	5 (33,3%)	14 (93,3%)	11 (73,3%)	47
Condenado	7 (46,7%)	6 (40%)	10 (66,7%)	1 (6,7%)	-	24
Total	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	15 (100%)	75

A partir dessa análise, verificou-se que

1. no Grupo A, nenhum dente apresentou diagnóstico duvidoso, oito dentes (53,3%) apresentaram diagnóstico recuperável, e sete dentes (46,7%) diagnóstico condenado;

2. no Grupo B, nenhum dente apresentou diagnóstico duvidoso, nove dentes (60%) apresentaram diagnóstico recuperável, e seis dentes (40%) apresentaram diagnóstico condenado;
3. no Grupo C, nenhum dente apresentou diagnóstico duvidoso, cinco dentes (33,3%) apresentaram diagnóstico recuperável, e dez dentes (66,7%) apresentaram diagnóstico condenado;
4. no Grupo D, nenhum dente apresentou diagnóstico duvidoso, quatorze dentes (93,3%) apresentaram diagnóstico recuperável, e um dente (6,7%) apresentou diagnóstico condenado;
5. no Grupo E, quatro dentes (26,7%) apresentaram diagnóstico duvidoso, onze dentes (73,3%) apresentaram diagnóstico recuperável, e nenhum dente apresentou diagnóstico condenado.

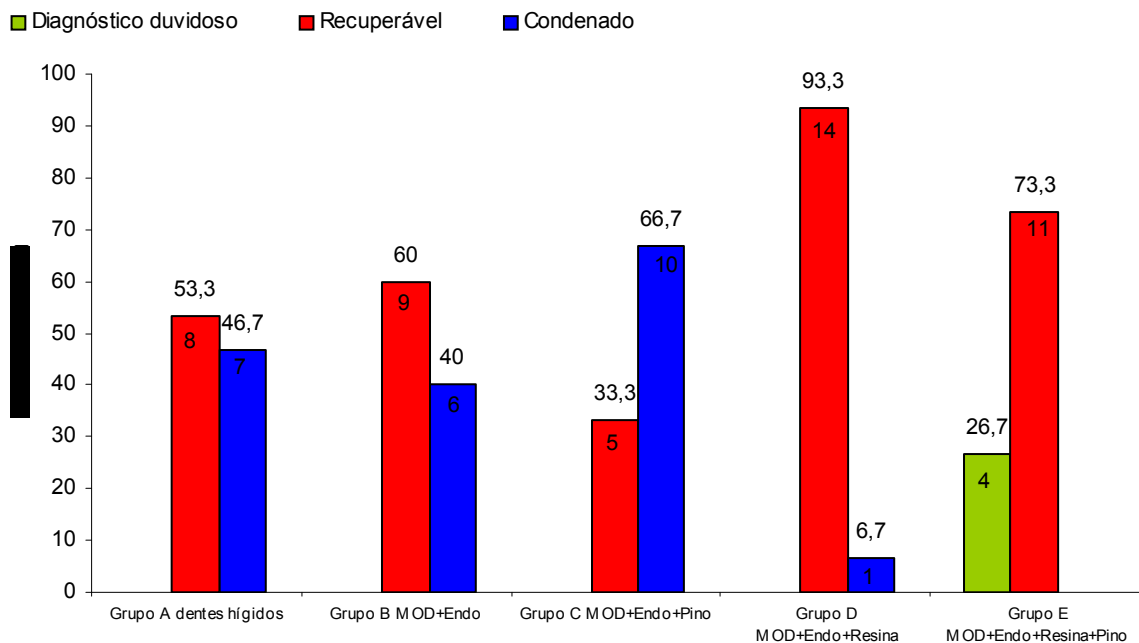


Figura 28 - Ilustração gráfica do tipo de diagnóstico em cada grupo de teste (n=15) e a relação do número e do percentual de dentes envolvidos, após a realização do ensaio de resistência à fratura.

Tabela 8 - Relação entre o tipo de fratura e o tipo de diagnóstico, após a realização do ensaio de resistência à fratura de todos os corpos de prova.

Tipo de Fratura	Tipo de Diagnóstico			Total
	Diagnóstico duvidoso	Condenado	Recuperável	
Assoalho Pulpar	-	9 (37,5%)	3 (6,4%)	12
Assoalho Pulpar e Cúspide	-	15 (62,5%)	6 (12,7%)	21
Cúspide	4 (100%)	-	38 (80,9%)	42
Total	4 (100%)	24 (100%)	47 (100%)	75

A partir dessa análise, verificou-se que, dos 75 dentes submetidos ao ensaio de resistência à fratura, quatro dentes foram avaliados com diagnóstico duvidoso e todos apresentaram fratura de cúspide. Dos 24 dentes avaliados com diagnóstico condenado, nove dentes apresentaram fratura de assoalho pulpar e quinze dentes apresentaram fratura de assoalho e cúspide. Dos 47 dentes avaliados com diagnóstico recuperável, três dentes apresentaram fratura de assoalho pulpar, seis dentes apresentaram fratura de assoalho pulpar e cúspide e 38 dentes apresentaram fratura de cúspide. O diagnóstico tipo recuperável predominou para os dentes com fratura de cúspide, e o diagnóstico tipo condenado predominou para os dentes com fratura de assoalho pulpar e cúspide.

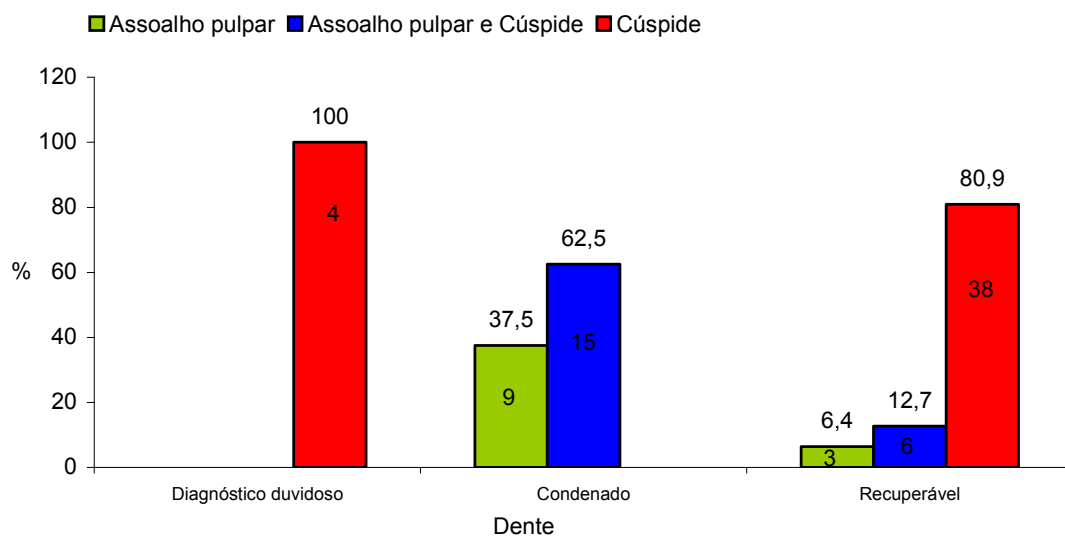


Figura 29 - Ilustração gráfica da relação entre o tipo de fratura e o tipo de diagnóstico, após a realização do ensaio de resistência à fratura de todos os corpos de prova.

Discussão

5 DISCUSSÃO

Em acordo com os resultados obtidos neste estudo, a hipótese de nulidade foi rejeitada. Vários fatores podem ter contribuído para esses achados, dentre eles, os molares humanos selecionados para esta pesquisa. Tais dentes apresentaram-se adequados para o desenvolvimento da metodologia uma vez que clinicamente, segundo a literatura, a incidência à fratura dental tem demonstrado ser mais alta neste grupo de dentes, possivelmente porque são os mais suscetíveis à doença cárie e, portanto, a freqüentes restaurações, além de estarem sujeitos ao maior esforço mastigatório (CAVEL, KELSEY e BLANKENAU, 1985; EAKLE, MAXWELL e BRALY, 1986; LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989; BADER, SHUGARS e STURDEVANT, 2004). A morfologia dos dentes posteriores, o número de superfícies restauradas ou cariadas, a profundidade e a largura do preparo são fatores relevantes em relação à incidência de fraturas (MONDELLI et al., 1980; CAVEL, KELSEY e BLANKENAU, 1985; EAKLE, MAXWELL e BRALY, 1986; LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989; REEH, MESSER e DOUGLAS, 1989; LIN, CHANG e KO, 2001). Então, um preparo MOD profundo, amplo e com a ausência de assoalho pulpar foi elaborado para colocar a coroa dental em uma situação extrema de risco à fratura (LIN et al., 2001; LIN, CHANG e KO, 2001). Embora a presença ou não de vitalidade dentária esteja mais relacionada com o término da linha de fratura em relação à crista óssea (LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989) do que com a freqüência das fraturas, foi realizado um esvaziamento da câmara pulpar e a obturação dos canais, tendo em vista eliminar outra estrutura de reforço que é teto da câmara pulpar (CRAIG e DOUGLAS, 1990). Somente nesta situação limite de fragilidade é que poderíamos testar e comparar a real contribuição do pino de fibra de vidro transfixado na resistência à fratura das paredes cavitárias e da coroa dental.

Na escolha do pino de transfixação, algumas características importantes foram determinadas para sua seleção, pois teria de se tornar um elemento de suporte à peça dental no momento da sua utilização e não um gerador de estresse indutor de fraturas. Portanto, nos pinos pré-fabricados de fibra de vidro Reforpost, encontramos um módulo de elasticidade médio de 19 GPa semelhante ao da dentina 18,3 GPa (KOHN, 2004) e ao da resina composta 16,6 GPa (KOHN, 2004). Assim, pode-se especular que haveria melhor distribuição das tensões mastigatórias nestas interfaces, aumentando a resistência à fadiga e à flexão, protegendo o remanescente dentário da fratura (MANUAL TÉCNICO ÂNGELUS SOLUÇÃO EM ODONTOLOGIA, 2005). Além disso, a própria estrutura do pino é capaz de absorver as forças aplicadas ao dente, distribuindo-as de maneira uniforme.

Burke (1992), ao realizar uma revisão de literatura sobre fratura dental *in vivo* e *in vitro*, expôs que o teste de resistência à fratura tem sido consagrado como o método de investigação para avaliar o efeito da relação tipo de cavidade/restauração na resistência dentária há mais de quatro décadas. Embora outros métodos experimentais não-destrutivos forneçam valiosas informações em relação ao estresse e tensões geradas pelas técnicas restauradoras, o teste de resistência à fratura continua sendo, ainda, um método importante de investigação para qualquer técnica restauradora nova. Isso justifica o teste escolhido para este trabalho de pesquisa, tendo em vista que buscou avaliar uma nova técnica restauradora. Ele também observou a grande variedade entre as metodologias empregadas. Na técnica destrutiva, usada nesta pesquisa, o consenso determina que o dispositivo de aplicação da força compressiva, seja ele do tipo esfera ou barra, deve estar posicionado contatando somente com a inclinação das vertentes das cúspides vestibular e lingual ou palatina e não com a restauração durante o teste até o momento da fratura ser efetivada. Sob essas condições, a força, ao ser aplicada ao dente, coloca essas cúspides sob um estresse de compressão, deformando-as para fora com uma resultante de tensão na interface dente/restauração.

Portanto, esta pesquisa veio ao encontro deste consenso para que os resultados obtidos pudessem ser originados através de um estresse comum de compressão e de deformação. Embora outras variáveis sejam encontradas entre as metodologias, tais como tipo de dente, tamanho de cavidade, inclinação da força aplicada, velocidade do teste, modelos dos dispositivos de compressão, aplicação da força com ou sem apoio de estabilização, o consenso acima citado foi mantido agregado a padrões metodológicos comuns de cavidades MOD, com ou sem endodontia, restauradas ou não para permitir uma discussão e comparação dos resultados, não pelo valor numérico em si, mas pela similaridade de comportamento.

Em relação à simulação do ligamento periodontal, ela não foi empregada na metodologia da presente pesquisa. A exclusão é justificada porque os testes de resistência à fratura *in vitro* são realizados na maioria das vezes em dentes premolares devido à sua alta indicação para extração por motivos ortodônticos e pela possibilidade de elaborar uma amostra maior e mais homogênea, ficando uma minoria realizada em dentes molares. Dentro desta minoria, existe consenso metodológico de que a inclusão dos molares deve ser até a altura de dois milímetros aquém do colo dentário, dessa forma é possível simular anatomicamente o espaço biológico periodontal, para tornar mais realista tanto o teste de resistência à fratura quanto a análise do modo de fratura (WATTS, 1986; UYEHARA, DAVIS e OVERTON, 1999; ÇÖTERT, SEN e BALKAN, 2001; ASSIF et al., 2003; ALLARA, DIEFENDERFER e MOLINARO, 2004; BELLI et al., 2005). Esta pesquisa veio ao encontro desse consenso, pois a amostra foi composta de dentes molares.

A técnica restauradora com resina composta também desempenha um papel importante na resistência à fratura. Wieczkowski et al. (1988) demonstraram o benefício da técnica incremental em relação à resistência à fratura dental para dentes enfraquecidos devido a amplos preparos MOD, sendo importante o seu emprego nessas situações. A tensão gerada

nas paredes cavitárias, durante a polimerização de cada incremento de resina composta, determina a flexão da cúspide em direção ao centro da cavidade, sendo maior quando a técnica restauradora de incremento único é usada. Então, com o emprego da técnica incremental, em nenhum momento, os incrementos, quando colocados, ficam em contato com ambas as paredes vestibular e lingual, gerando, dessa forma, menor tensão, minimizando a propagação de trincas nas paredes e diminuindo o risco à fratura (KAMEL, BIDES e LEINFELDER, 1995; MEREDITH e SETCHELL, 1997; TANTBIROJN et al., 2004). A metodologia empregada para restaurar os dentes pertencentes aos Grupos D (MOD+Endo+Resina) e E (MOD+Endo+Resina+Pino) foi ao encontro desse achado a fim de agregar aqueles benefícios à resistência à fratura.

No Grupo A (dentes hígidos – controle), o resultado de 4289,8N para a resistência à fratura demonstrou ser a maior média obtida, e no Grupo B (MOD+Endo), o resultado de 549,6N demonstrou ser a menor média, diferindo significativamente entre si e daquelas obtidas para os demais grupos. Tais dados concordam com a literatura, diferindo apenas no valor numérico médio daqueles encontrados para molares (CRAIG e DOUGLAS, 1990; UYEHARA, DAVIS e OVERTON, 1999; ÇÖTERT, SEN e BALKAN, 2001; BELLI et al., 2005). O valor numérico maior para o Grupo A (dentes hígidos – controle) talvez possa ser justificado porque os dentes utilizados neste estudo foram molares superiores, que apresentam uma área de reforço na face oclusal, que é a ponte de esmalte ausente nos molares inferiores. O valor numérico menor para o Grupo B (MOD+Endo) justifica-se por não existir uma padronização metodológica única de medidas a serem seguidas para os preparos MOD nas pesquisas realizadas e, portanto, a comparação é feita por similaridade.

Frente a esses resultados máximo e mínimo obtidos, respectivamente, para os Grupos A (dentes hígidos – controle) e B (MOD+Endo), é importante considerar que existe relação

entre o volume de dentina perdido e a distribuição do estresse no esmalte e na dentina quando o dente é submetido a uma carga compressiva sobre a superfície oclusal (MONDELLI et al., 1980; LIN, CHANG e KO, 2001). Um dente hígido, quando submetido a esse tipo de carga, apresenta maior concentração de tensões no esmalte e na dentina ao redor da área cervical, porém, devido o volume dentinário estar todo presente e reforçado pela camada de esmalte circundante, fica predisposto a um risco mínimo de fratura, justificando-se a maior média obtida para a força compressiva no Grupo A (dentes hígidos – controle) (KHERA et al., 1991). Quando é realizado um preparo cavitário MOD, a perda de volume dentinário, relacionada principalmente aos parâmetros de profundidade e de espessura dentinária interaxial, determina aumento dramático no nível desse estresse máximo na região localizada abaixo do assoalho pulpar e ao redor da linha correspondente ao ângulo áxio-pulpar, predispondo as paredes cavitárias ao risco máximo de fratura neste local (KHERA et al., 1991; LIN et al., 2001; LIN, CHANG e KO, 2001). Como aos preparos MOD dos corpos de prova foi associada a endodontia, é importante considerar os fatores umidade dentinária e rigidez dentária em relação à resistência fratura. Concernentemente à desidratação da dentina em dentes endodonticamente tratados, concorda-se com a idéia de Papa, Cain e Messer (1994) como sendo questionável. Tais autores, ao compararem a umidade da dentina dos dentes vitais com a da dentina dos dentes homólogos extraídos por motivos protéticos e portadores de tratamento endodôntico há mais de 10 anos, não encontraram diferenças significativas. Reeh, Messer e Douglas (1989), ao avaliarem a rigidez da coroa dental em relação ao procedimento endodôntico e restaurador, demonstraram, porém, que cada superfície perdida acarreta na redução de aproximadamente 20% da rigidez total. O preparo MOD foi responsável pela maior redução, ficando em torno de 63%. O procedimento endodôntico, indiferentemente, se realizado após o preparo cavitário ou após o acesso único em um dente hígido, resultou em uma redução mínima de 5% da rigidez total. A menor média obtida no Grupo B (MOD+Endo

= 549,6N), correspondeu a uma perda equivalente a 87,18% da resistência à fratura em relação ao Grupo A (dentes hígidos – controle), concordando com os dados encontrados na literatura ao considerar a perda do volume dentinário e a perda das estruturas de reforço do dente como as principais causas da fratura dental, quando associadas a um estresse compressivo.

No momento em que o preparo cavitário é restaurado, o módulo de elasticidade do material restaurador passa a assumir um papel importante em relação à resistência à fratura. Watts, em 1986, encontrou o valor aproximado de 13,3 GPa para a rigidez de coroa de molares restaurados com resina composta, esse valor aproxima-se ao módulo de elasticidade da dentina de 18,3 GPa (KOHN, 2004). Para um compósito híbrido, o módulo de elasticidade, dependendo do seu conteúdo de carga, pode aproximar-se de 16,6 GPa (KOHN, 2004). Então a rigidez de uma coroa restaurada não reflete o alto módulo de elasticidade do esmalte que é de, aproximadamente, 84,1 GPa (KOHN, 2004). Possivelmente, o grau de rigidez de uma coroa restaurada com resina composta é definido pelo modo de elasticidade desse material. Como a perda do volume de dentina coloca o dente em situação de risco à fratura (LIN, CHANG e KO, 2001), no momento em que o dente é restaurado com resina composta, está-se repondo a dentina de modo artificial e, portanto, recuperando a sua resistência. Conforme Cerutti et al. (2004), os dentes com preparos MOD e endodontia, recuperaram 17% da sua rigidez original, quando restaurados com amálgama de prata. Os restaurados com diferentes resinas compostas de forma direta recuperaram entre 60% e 90%, enquanto um dente, na mesma situação apresentada e livre de restauração, perde cerca de 68% da sua rigidez (REEH, MESSER e DOUGLAS, 1989). Isso pode justificar a diferença significativa dos resultados obtidos entre o Grupo D (MOD+endo+Resina = 1224,7 N) e o Grupo B (MOD+Endo = 549,6 N). Outro fator a considerar relaciona-se à força vertical, quando aplicada sobre as vertentes das cúspides em uma cavidade com e sem restauração. Ela é repartida em forças laterais em

direção ao lado interno e externo do preparo. O vetor interno opõe-se ao material na cavidade restaurada, enquanto na cavidade sem restauração não há nada para contrapor este vetor, o que justificaria o fato de uma força compressiva menor resultar em fratura de cúspide (LIBERMAN et al., 1990).

O sistema adesivo desempenha um papel importante na resistência à fratura, não em relação ao tipo selecionado (HÜR MÜZLÜ et al., 2003), mas sim em relação à condição de estar associado aos materiais restauradores diretos, aumentando a resistência significativamente (MORIN, DELONG e DOUGLAS, 1984; EAKLE, 1986; WATTS, 1986; ÇÖTERT, SEN e BALKAN, 2001; DALPINO et al., 2002; RASHEED, 2005). Tal condição de união possibilita que as tensões exercidas pela carga compressiva sejam transportadas e compartilhadas através da interface pelo material restaurador e o dente (LIN et al., 2001). Isso favorece que a magnitude e a distribuição do estresse retornem no nível e à configuração semelhantes àsquelas de um dente hígido, prevenindo-o da fratura dental (BELL, SMITH e PONT, 1982; LIN et al., 2001). O valor médio obtido para resistência à fratura no Grupo D (MOD+Endo+Resina = 1224,7 N) diferiu, porém, significativamente daquele obtido para o Grupo A (dentes hígidos – controle = 4289,8 N). Isso pode ser justificado devido o elo adesivo apresentar um limiar de resistência de união e, a partir daí, entrar em falência (STAMPALIA et al., 1986). Nesse momento, o material restaurador entra em condição de contato com o dente e não compartilha mais com a ação da carga, e o estresse compressivo passa a ser suportado somente pelo remanescente dentário que passa a comportar-se da mesma forma que um dente cavitado sem restauração (BELL, SMITH e PONT, 1982; STAMPALIA et al., 1986; GEURTSEN e GARCÍA-GODOY, 1999; LIN et al., 2001; RASHEED, 2005). Portanto, a resistência à fratura estará preservada possivelmente enquanto as forças compressivas se mantiverem abaixo do limite daquela força responsável pela manutenção do elo adesivo entre o dente e a restauração (STAMPALIA et al., 1986).

Ao relacionarmos os Grupos C (MOD+Endo+Pino) e E (MOD+Endo+Resina+Pino), que receberam o pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente nas paredes vestibular e lingual do preparo cavitário MOD, observou-se que os resultados obtidos foram mais altos em relação aos demais Grupos, com exceção feita ao Grupo A (dentes hígidos – controle), sendo que, no Grupo E (MOD+Endo+Resina+Pino), eles apresentaram diferença significativa.

Comparando o valor médio obtido para a resistência à fratura para o Grupo C (MOD+Endo+Pino = 1474,8N) com aquele obtido para o Grupo B (MOD+Endo = 549,6N), observou-se um ganho significativo para a resistência à fratura maior que o dobro, demonstrando que o reforço das paredes cavitárias basicamente triplicou (2,68 vezes) quando o pino de fibra de vidro foi transfixado. Pane, Palamara e Messer (2002), ao compararem dentes com preparos MOD profundos, tratados endodonticamente com e sem bandas ortodônticas cimentadas, obtiveram redução na flexão cuspídea pela metade e valor equivalente ao dobro para a resistência à fratura no grupo dos dentes com a banda cimentada. Frente a esses dados, pôde-se supor que a presença do pino transfixado possivelmente contribuiu para a contenção maior das cúspides, evitando a deflexão, através da ancoragem produzida nas paredes do preparo MOD, em relação ao preparo sem o pino, podendo justificar o aumento significativo dos resultados obtidos no Grupo C (MOD+Endo+Pino).

O valor médio para a resistência à fratura no Grupo C (MOD+Endo+Pino = 1474,8N) foi mais alto que aquele obtido para o Grupo D (MOD+Endo+ Resina = 1224,7N), porém não houve diferença significativa entre eles, demonstrando que o pino de fibra de vidro transfixado, além de ancorar as paredes cavitárias, elevou a resistência à fratura ao valor similar àquele obtido para uma restauração de resina composta. Como existe uma relação de união entre as paredes cavitárias e a resina composta determinada pelo adesivo interposto ali, a deflexão cuspídea fica reduzida quando um dente, assim restaurado, é submetido ao esforço

compressivo de uma carga vertical sobre as vertentes de suas cúspides e determina resistência maior à fratura em relação ao dente restaurado sem sistema adesivo (MORIN, DELONG e DOUGLAS, 1984; CERUTTI et al., 2004). Quando se observou aumento na resistência à fratura nos grupos com o pino transfixado horizontalmente em relação aquele sem pino, respectivamente Grupo C (MOD+Endo+Pino = 1474,8N) e Grupo B (MOD+Endo = 549,6N), justificou-se também como relacionado à contenção das paredes resultante da ancoragem obtida pelo pino. Como aqueles resultados acima demonstraram uma similaridade, pôde-se pressupor que o grau de contenção das cúspides pelo pino de fibra também foi similar àquele proporcionado pela resina composta, justificando novamente o benefício da presença de um pino transfixado e cimentado horizontalmente nas paredes de um preparo MOD amplo e profundo em molares tratados endodonticamente.

Ao compararmos o Grupo E (MOD+Endo+Resina+Pino = 2645,4N) com o Grupo D (MOD+Endo+Resina = 1224,7N), ficou claramente definido que o pino de fibra de vidro transfixando horizontalmente as paredes vestibular e lingual de um preparo MOD, em molares com tratamento endodôntico, promoveu uma resistência à fratura maior que o dobro daquela obtida quando o preparo foi restaurado apenas com a resina composta. Em relação ao dente hígido, a resistência à fratura foi recuperada parcialmente em 61,66%, enquanto que a restauração simples de resina composta recuperou somente 28,54%. Com os resultados obtidos acima para o Grupo E (MOD+Endo+Resina+Pino), rejeita-se a hipótese nula. Possivelmente, houve a potencialização do reforço obtido pelo pino de fibra de vidro quando transfixado horizontalmente às paredes do preparo cavitário com aquele proporcionado pela restauração de resina composta à coroa dental, resultando em maior contenção da deflexão cuspídea e resistência maior à fratura.

Conforme especificações do fabricante, o pino de fibra de vidro apresenta módulo de elasticidade semelhante ao da dentina e ao da resina composta. Assim, quando foi envolvido pela restauração de resina composta, possivelmente, favoreceu para que o esforço compressivo fosse absorvido em um mesmo gradiente de elasticidade pela coroa, preservando melhor a condição de união na interface dente/restauração/ pino de fibra de vidro, aumentando o limiar da falência adesiva. Então, a coroa assim restaurada poderá se manter mais tempo protegida frente ao ciclo mastigatório normal e frente ao casual, gerado pela interposição de um alimento duro entre os dentes, que é uma das principais causas de fratura de dentes enfraquecidos por preparos cavitários amplos (BRALY e MAXWELL, 1981; BELL, SMITH e PONT, 1982). Logo, a deflexão das cúspides será evitada e a coroa dental resistirá mais à fadiga quando submetida à ação da mastigação normal, possibilitando maior longevidade da restauração e proteção da coroa em relação à propagação e ao desencadeamento de trincas (MORIN, DELONG e DOUGLAS, 1984; STAMPALIA et al., 1986).

Ao se comparar os resultados obtidos no Grupo E (MOD+Endo+Resina+Pino = 2645,4N) com aqueles do Grupo C (MOD+Endo+Pino = 1474,8N), houve uma diferença significativa entre eles. No Grupo C, a resistência foi praticamente duas vezes menor, podendo ser justificado pelo o preparo não restaurado e foi justamente a presença da restauração com resina composta, associada ao pino de fibra de vidro transfixado, que determinou o aumento na resistência à fratura maior que o dobro, como já exposto anteriormente.

Algumas avaliações clínicas que envolveram a análise das fraturas da coroa dental em dentes posteriores demonstraram que o sexo e a idade do paciente, o tipo de arcada e o grupo dentário são fatores clínicos menos relevantes para o seu desencadeamento e que o tamanho

do preparo cavitário e o tipo de restauração realizada são aqueles mais importantes (CAVEL, KELSEY e BLANKENAU, 1985; EAKLE, MAXWELL e BRALY, 1986; LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989). Devido a este desvinculamento no grau de importância daqueles fatores clínicos, é que validamos analisar o tipo de fratura, o tipo de cúspide fraturada e o diagnóstico do dente nesta pesquisa *in vitro*. Não significa que esta análise não deva envolver uma comprovação clínica, o fato é que não necessitamos daqueles fatores para defini-la.

Analisando os 75 dentes da amostra, podemos observar a predominância do tipo de fratura de cúspide em 56% e da predominância do tipo de diagnóstico recuperável em 62,7%. Estes dados vêm ao encontro da literatura quando define a fratura de cúspide como aquela de menor risco em relação à perda da peça dentária e predominar quando os dentes são restaurados com resina composta (EAKLE, 1986; DALPINO et al., 2002; ST-GEORGES et al., 2003). Quanto ao tipo de cúspide fraturada, foi a palatina que predominou em 49,3%. Não parece existir consenso definido em relação ao fato de ser a palatina ou a vestibular, a de trabalho ou a de balanceio o foco principal de atenção em relação à fratura. Todavia, a cúspide de trabalho é anatomicamente mais reforçada para suportar o esforço mastigatório e ser potencialmente mais resistente à fratura (KHERA et al., 1990). Como clinicamente a cúspide de trabalho nem sempre se encontra num contexto ideal de inclinação e disposição em relação ao antagonista, pode-se considerar que, em um dente restaurado, a extensão do preparo cavitário, a fragilidade das paredes e o tipo de material restaurador é que definirá, na maioria das vezes, qual cúspide estará mais predisposta à fratura (CAVEL, KELSEY e BLANKENAU, 1985; LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989; KHERA et al., 1990). Como a fratura da cúspide palatina predominou em todos os Grupos de teste com o preparo MOD, é possível pressupor que os preparos cavitários, realizados dentro de padrões metodológicos bem definidos, justificaram este resultado, visto que a direção da força

compressiva, o tamanho médio das coroas dos corpos de prova e o dispositivo de aplicação da força mantiveram-se constantes.

Nos Grupos B (MOD+Endo) e C (MOD+Endo+Pino), houve fraturas de assoalho pulpar e cúspide, porém no Grupo B (MOD+Endo), elas apresentaram-se individualizadas, isto é, 40% de assoalho pulpar e 46,7% de cúspide e, no Grupo C (MOD+Endo+Pino), elas apresentaram-se associadas, ou seja, fraturas do tipo assoalho pulpar e cúspide em 60% dos dentes. Quando em um preparo MOD profundo a dentina interaxial está ausente, uma força compressiva agindo sobre a superfície oclusal determina o encurvamento das paredes cavitárias para fora e gera uma força de tração na dentina localizada no centro do assoalho pulpar e um forte estresse compressivo na área circundante (KHERA et al., 1991; LIN et al., 2001; LIN, CHANG e KO, 2001). Quando essas forças são liberadas de forma combinada, a fratura é efetivada (KHERA et al., 1991). Como a possibilidade de prevenir o desencadeamento dessa força de tração seria a presença mínima de pelo menos um milímetro de espessura de dentina interaxial acima da parede gengival (LIN et al., 2001; LIN, CHANG e KO, 2001), com a sua ausência nos preparos MOD realizados nesta pesquisa, a composição de forças de tração e compressão geradas no assoalho pulpar, ao ser liberada de forma combinada e livre, favoreceu a ocorrência das fraturas de assoalho ou de cúspide observadas nos dentes pertencentes ao Grupo B (MOD+Endo). Esses dois tipos de fraturas apresentaram-se associados nos dentes do Grupo C (MOD+Endo+Pino), possivelmente, devido ao travamento das cúspides produzido pela ancoragem do pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente no momento do teste compressivo, evitando que aquela composição de forças geradas no assoalho pulpar fosse livremente liberada de forma combinada. Então, o estresse de tração, ao ser liberado, ficou limitado à região do assoalho pulpar, desencadeando a sua fratura. Quando o estresse compressivo foi liberado, ao ser absorvido parcialmente pelo pino e pelas paredes ancoradas, desencadeou inicialmente trincas verticais no esmalte das

cúspides que, ao se dirigirem no sentido do maior gradiente de estresse localizado na dentina abaixo do assoalho pulpar e na linha do ângulo áxio-pulpar do preparo MOD (BELL, SMITH e PONT, 1982), efetivaram-se, definindo a fratura. Os fragmentos de cúspide foram liberados do pino e do dente a partir do ângulo áxio-pulpar.

Os dois grupos apresentaram dentes recuperáveis e condenados com proporções inversas. O Grupo B (MOD+Endo) apresentou 40% de dentes condenados e 60% recuperáveis. O Grupo C (MOD+Endo+Pino) apresentou 66,7% de dentes condenados e 33,3% recuperáveis. As fraturas de assoalho pulpar e de assoalho pulpar e cúspide em relação à amostra total foram aquelas que colocaram os dentes em situação de condenação, ou seja, extração indicada. Pode-se dizer, então, que, de modo geral, para o Grupo B (MOD+Endo), os dentes condenados apresentaram fraturas de assoalho pulpar e para o Grupo C, fraturas de assoalho pulpar e cúspide.

O dente vital ou não também é fator importante a ser observado, pois guarda relação com o término subgingival da linha de fratura em dentes com preparos MOD livres de restauração (LAGOUVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS, 1989). Isso veio ao encontro das fraturas de cúspide pertencentes ao Grupo B (MOD+Endo).

No Grupo D (MOD+Endo+Resina), as fraturas de cúspide predominaram em 73,3%. As demais foram de assoalho pulpar em 26,7%. Essas fraturas ocorreram através do preparo entre a parede cavitária e a restauração. Nenhuma foi observada no corpo da resina composta restauradora. As fraturas efetivaram-se ou no nível da base da cúspide próxima à junção cimento/esmalte, ou separaram a cúspide do dente através do assoalho pulpar, sendo que somente em um dente observou-se que a linha de fratura dirigiu-se para dentro da raiz, colocando-o em situação de extração indicada. Portanto, 93,3% das fraturas apresentaram

uma situação de recuperação da peça dentária. Estes achados vêm ao encontro das observações de Eakle (1986), Stampalia (1986), quando demonstraram que o dente com uma restauração adesiva, como a de resina composta, fica menos predisposto ao tipo de fraturas que o coloque em uma situação de risco com extração indicada.

No Grupo E (MOD+Endo+Resina+Pino), embora com o pino transfixado, houve também predominância de 80% em relação às fraturas de cúspide. As demais foram de assoalho e cúspide, envolvendo percentagem de 20%. As fraturas apresentaram situação de recuperação da peça dentária em 73,3%, sendo que o restante apresentou diagnóstico duvidoso, não devido à gravidade da fratura em si, mas porque não houve a possibilidade de visualizar o seu término, pois a cúspide fraturada manteve-se presa ao pino. Pode-se justificá-las com as colocações expostas acima para os Grupos D (Endo+MOD+Resina) e C (MOD+Endo+Pino), mesmo que elas tenham sido em proporções diferentes, pois provavelmente isso correspondeu ao maior benefício prestado à coroa dental, resultante da associação dos dois materiais.

Com os resultados obtidos neste trabalho, é possível justificar a sua relevância clínica, pois poderá significar mais uma alternativa restauradora, conservadora e de baixo custo, recuperando a resistência à fratura da coroa em mais de 60% e indicando ser de baixo risco em relação à perda da peça dentária. Poderá, também, representar uma atitude clínica na prevenção da síndrome do dente trincado (CAMERON, 1976). Além disso, leva à reflexão mais minuciosa sobre a proteção de cúspides uma vez que, nem sempre, a realização desta manobra clínica significa recuperar a resistência à fratura equivalente àquela de um dente hígido e nem sempre a perda de estrutura dental significa dente enfraquecido (CRAIG e DOUGLAS, 1990; LIN, CHANG e KO, 2001). Pode-se dizer, ainda, que a técnica restauradora proposta neste trabalho demonstrou resistência à fratura *in vitro* da coroa dental,

praticamente três vezes maior do que força máxima mastigatória de 800N sugerida em boca por Burke (1990).

Como a realidade clínica comporta-se diferente da realidade laboratorial *in vitro*, é necessário que a proposta do presente estudo seja realizada *in vivo* para que os resultados obtidos possam ser confirmados clinicamente.

Conclusão

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos com a metodologia empregada nesta pesquisa concluiu-se que:

- a resistência à fratura de preparos MOD realizados em molares desvitalizados com um pino de fibra de vidro transfixando horizontalmente as paredes vestibular e palatina foi significativamente mais alta em relação àquela obtida para o preparo sem a presença do pino;
- a resistência à fratura de preparos MOD realizados em dentes molares desvitalizados com um pino de fibra de vidro transfixando horizontalmente as paredes vestibular e palatina, restaurados com resina composta de forma direta, foi significativamente mais alta em relação àquela obtida, para a mesma situação, porém sem a presença do pino;
- todos os grupos testados apresentaram um padrão de fratura compatível com a recuperação da peça dentária, com exceção do grupo com o preparo MOD não restaurado, porém com o pino transfixado;

- a resistência à fratura de preparos MOD, realizados em dentes molares desvitalizados, restaurados com resina composta de forma direta, com um pino de fibra de vidro transfixando horizontalmente as paredes vestibular e palatina não foi similar a coroa dental hígida.

Referências

REFERÊNCIAS

- ALLARA, F.W.; DIEFENDERFER, K.E.; MOLINARO, J.D. Effect of three direct restorative materials on molar cuspal fracture resistance. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.17, n.4, p.228-32, Aug. 2004.
- ASSIF, D. et al. Assessment of the resistance to fracture of endodontically treated molars restored with amalgam. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.89, n.5, p.462-5, May 2003.
- BADER, J.D.; SHUGARS, D.; STURDEVANT, J.R. Consequences of posterior cusp fracture. **Oper. Dent.**, Indianapolis, v.52, n.2, p.128-31, Mar/Apr. 2004.
- BELL, J.G.; SMITH, M.C.; PONT, J.J. Cuspal failures of MOD restored teeth. **Aust. Dent. J.**, St. Leonards, v.27, n.5, p.283-7, Oct. 1982.
- BELLI, S. et al. The effect of fiber insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.38, n.2, p.73-80, Feb. 2005.
- BRALY, B.V.; MAXWELL E.H. Potential for tooth fracture in restorative dentistry. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.45, n.4, p.411-3, Apr. 1981.
- BURKE, F.J.T. Tooth fracture *in vivo* and *in vitro*. **J. Dent.**, Oxford, v.20, n3, p.131-9, Jun. 1992.
- CAMERON, C.E. The cracked tooth syndrome additional findings. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.93, n.5, p.971-5, Nov. 1976.
- CAVEL, T.W.; KELSEY, P.W.; BLANKENAU, R.J. An *in vivo* study of cuspal fracture. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.53, n.1, p.38-41, Jan. 1985.

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

ÇÖTERT, H.S.; SEN, B.H.; BALKAN, M. In vitro comparison of cuspal fracture resistance of posterior teeth restored with various adhesive restorations. **Int. J. Prosthet.**, Carol Stream, v.14, n.4, p.374-8, Jul/Aug. 2001.

CRAIG, A.H.; DOUGLAS, J.M. Effect of endodontic access preparation on resistance to crown-root fracture. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.121, n.6, p.712-5, Dec. 1990.

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

EAKLE, W.S. Fracture resistance of teeth restored with Class II bonded composite resin. **J. Dent. Res.**, Washington, v.65, n.2, p.149-53, Feb. 1986.

EAKLE, W.S.; MAXWELL, E.H.; BRALY, B.V. Fracture of posterior teeth in adults. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.112, n.2, p.215-8, Feb. 1986.

FURASTÉ, Pedro Augusto. **Normas Técnicas para o trabalho Científico**. 13. ed. Porto Alegre: s.n., 2004.

GEURTSSEN, W.; GARCIA-GODOY, F. Bonded restorations for the prevention and treatment of the cracked-tooth syndrome. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.12, n.6, p.266-8, Dec. 1999.

HÜR MÜZLÜ, F. et al. *In vitro* fracture resistance of root-filled teeth using new-generation dentine bonding adhesives. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.36, n.11, p.770-3, Nov. 2003.

KAMEL, F.M.; BIDES, M.W.; LEINFELDER, K.F. Strain profiles in molars restored with posterior composite resins: effect of cavity size & restorative technique. **Egypt Dent. J.**, v.41, n.3, p.1327-33, Jul. 1995.

KHERA, S.C. et al. Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.64, n2, p.139-47, Aug.1990.

KHERA, S.C. et al. Parameters of MOD cavity preparations: A 3-D FEM Study, Part II. **Oper. Dent.**, Indianapolis, v.16, n.2, p.43-54, Mar/Apr. 1991.

KOHN, D.H. Propriedades Mecânicas. In: CRAIG, R.G.; POWERS, J.M. **Materiais Dentários Restauradores**. 11. ed. São Paulo: Santos, 2004. cap. 4, p.68-122.

LAGOUVARDOS, P.; SOURAI, P.; DOUVITSAS, G. Coronal fractures in posterior teeth. **Oper. Dent.**, Indianapolis, v.14, n.1, p.28-32, Winter 1989.

LAMBERT, R.L.; ROBINSON, F.B.; LINDEMUTH, J.S. Al reinforcement with cross-splinted pin-amalgam restorations. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.54, n.3, p.346-9, Sept. 1985.

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

LIN, C.L. et al. Multifactorial analysis of an MOD restored human premolar using auto-mesh finite element approach. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.28, n.6, p.576-86, Dec. 2001.

LIN, C.L.; CHANG, C.H.; KO, C.C. Numerical investigation of the factors affecting interfacial stresses in an MOD restored tooth by auto-meshed finite element method. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.28, n.6, p.517-25, Dec. 2001.

MANUAL TÉCNICO ANGELUS. **Soluções em Odontologia**. Londrina: [s.ed.], 2005.

MEREDITH, N.; SETCHELL, D.J. *In vitro* measurement of cuspal strain and displacement in composite restored teeth. **J. Dent.**, Oxford, v.25, n.3-4, p.331-7, May/Jul. 1997.

MONDELLI, J. et al. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.43, n.4, p.419-21, Apr. 1980.

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

PANE, E.S.; PALAMARA, J.E.A; MESSER, H.H. Stainless steel bands in endodontics: effects on cuspal flexure and fracture resistance. **I. Endod. J.**, Oxford, v.35, n.5, p.467-71, May 2002.

PAPA, J.; CAIN, C; MESSER, H.H. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.10, n.2, p.91-3, Apr. 1994.

PEGORETTI, A. et al. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. **Biomaterials**, Oxford, v.23, n.13, p.2667-82, Jul. 2002.

RASHEED, A. Effect of bonding amalgam on the reinforcement of teeth. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.93, n.1, p.51-5, Jan. 2005.

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

ROOS, I.F. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. **J. Endod.**, Baltimore, v.6, n.5, p.560-5, May 1980.

SÁ, N.D.; GABRIELLI, F. Estudo da infiltração marginal em restaurações de amálgama. Efeito de liga verniz e brunidura. **Rev. Fac. Farm. Odont. Ribeirão Preto**, Ribeirão Preto, v.16, n.1, p.53-62, jan/jun. 1979.

ST-GEORGES, A.J. et al. Fracture resistance of prepared teeth restored with bonded inlay restorations. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.89, n.6, p.551-7, Jun. 2003.

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

TANTBIROJN, D. et al. Tooth deformation patterns in molars after composite restoration. **Dent. Mater.**, Dallas, v.20, n.6, p.535-42, Jul. 2004.

WATTS, D.C. *In vitro* biomechanics of lower molars with minimum Class II composite restorations. **J. Dent.**, Oxford, v.14, n.3, p.130-4, Jun. 1986.

WIECZKOWSKI, G. et al. Effects of incremental versus bulk fill technique on resistance to cuspal fracture of teeth restored with posterior composites. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.60, n.3, p.283-7, Sept. 1988.

UYEHARA, M.Y.; DAVIS, R.D.; OVERTON, J.D. Cuspal reinforcement in Endodontics Treated Molars. **Oper. Dent.**, Indianapolis, v.24, n.6, p.364-70, Nov. 1999.

Apêndices

APÊNDICE A – TERMO DE DOAÇÃO

Eu, professor responsável pela Disciplina de Cirurgia e Traumatologia da Faculdade de Odontologia da PUCRS declaro que a disciplina realizou a doação de dentes terceiros molares extraídos por indicação terapêutica à cirurgiã-dentista Maria Cecília Gomes Beltrão. Este procedimento tem por finalidade auxiliar a colega na elaboração da sua tese de Doutorado na área de Dentística Restauradora da FO-PUCRS.

Porto Alegre,.....,.....,.....

Professor de Cirurgia e Traumatologia da FO-PUCRS

**APÊNDICE B – DEMONSTRATIVO DAS MÉDIAS CORRESPONDENTE À
LARGURA VESTÍBULO/PALATINA E MÉSIO/DISTAL DOS CORPOS DE PROVA
EM CADA GRUPO DE TESTE COM O RESPECTIVO DESVIO-PADRÃO E
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO**

Medida (mm)	n	Média	Desvio-padrão	Coeficiente de Variação (%)
<u>LARGURA V/P</u>				
Grupo A (dentes hígidos)	15	11,12	0,79	7,15
Grupo B (MOD)	15	10,78	0,56	5,18
Grupo C (MOD+pino)	15	11,30	0,73	6,48
Grupo D (MOD+resina)	15	11,17	0,66	5,88
Grupo E (MOD+ resina+pino)	15	10,88	0,51	4,67
Total	75	11,05	0,67	6,1%
<u>LARGURA M/D</u>				
Grupo A (dentes hígidos)	15	9,15	0,53	5,80
Grupo B (MOD)	15	9,23	0,51	5,58
Grupo C (MOD+pino)	15	9,29	0,68	7,36
Grupo D (MOD+resina)	15	9,44	0,78	8,26
Grupo E (MOD+ resina+pino)	15	9,54	0,51	5,37
Total	75	9,33	0,61	6,5%

Causas de Variação	Soma de Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	p≤
Entre grupos	129500593,50	4	32375148,38	84,63	0,01
Dentro dos grupos	26777851,47	70	382540,74		
Total	156278444,97	74			

**APÊNDICE C – DEMONSTRATIVO DA DISTÂNCIA INTERCUSPÍDEA (DI) DE
CADA CORPO DE PROVA (CP) E O RESPECTIVO VALOR DE DOIS TERÇOS EM
CADA GRUPO DE TESTE**

CP	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C		GRUPO D		GRUPO E	
	DI(mm)	2/3	DI(mm)	2/3	DI(mm)	2/3	DI(mm)	2/3	DI(mm)	2/3
1			6,66	4,44	5,65	3,77	6,28	4,19	5,36	3,57
2			5,38	3,59	6,16	4,11	5,59	3,73	5,82	3,88
3			6,64	4,43	6,18	4,12	6,60	4,40	5,29	3,53
4			5,54	3,69	5,78	3,85	7,41	4,94	5,25	3,50
5			5,54	3,69	5,98	3,99	6,52	4,35	5,15	3,43
6			5,28	3,52	6,48	4,32	6,53	4,35	5,69	3,79
7			6,97	4,65	6,88	4,59	7,82	5,21	5,70	3,80
8			5,96	3,97	6,96	4,64	6,07	4,05	5,65	3,77
9			6,04	4,03	7,88	5,25	7,43	4,95	5,46	3,64
10			5,34	3,56	6,09	4,06	5,93	3,95	5,01	3,34
11			6,70	4,47	6,03	4,02	6,15	4,10	5,84	3,89
12			5,35	3,57	6,21	4,14	5,77	3,85	5,52	3,68
13			6,18	4,12	5,85	3,90	6,79	4,53	5,47	3,65
14			6,40	4,27	6,31	4,21	6,22	4,15	5,10	3,40
15			6,08	4,05	6,34	4,23	5,94	3,96	5,45	3,63

**APÊNDICE D – RELATÓRIO DE ENSAIO DE COMPRESSÃO PARA CADA
CORPO DE PROVA (CP) PERTENCENTE AO GRUPO A – DENTES HÍGIDOS –
CONTROLE**

CP	FORÇA DE RUPTURA MÁXIMA (N)
CP 1	2861
CP 2	3968
CP 3	4135
CP 4	2828
CP 5	2309
CP 6	5192
CP 7	4773
CP 8	3621
CP 9	4080
CP 10	5018
CP 11	4348
CP 12	5734
CP 13	6097
CP 14	3733
CP 15	5650
Média	4290
Desvio-padrão	1128
Coeficiente de Variação (%)	26,29

**APÊNDICE E – RELATÓRIO DE ENSAIO DE COMPRESSÃO PARA CADA
CORPO DE PROVA (CP) PERTENCENTE AO GRUPO B (MOD+ENDO)**

CP	FORÇA DE RUPTURA MÁXIMA (N)
CP 1	512,4
CP 2	762,5
CP 3	380,7
CP 4	704,2
CP 5	389,1
CP 6	622,1
CP 7	433,5
CP 8	480,6
CP 9	572,8
CP 10	567,9
CP 11	451,3
CP 12	504,0
CP 13	539,6
CP 14	755,8
CP 15	567,9
Média	549,6
Desvio-padrão	120,7
Coefficiente de Variação (%)	21,96

**APÊNDICE F – RELATÓRIO DE ENSAIO DE COMPRESSÃO PARA CADA
CORPO DE PROVA (CP) PERTENCENTE AO GRUPO C (MOD+ENDO+PINO)**

CP	FORÇA DE RUPTURA MÁXIMA (N)
CP 1	1424
CP 2	1322
CP 3	1579
CP 4	1484
CP 5	1169
CP 6	1143
CP 7	1920
CP 8	1985
CP 9	1608
CP 10	1674
CP 11	1058
CP 12	1640
CP 13	1067
CP 14	2010
CP 15	1039
Média	147,5
Desvio-padrão	338,1
Coefficiente de Variação (%)	22,92

**APÊNDICE G – RELATÓRIO DE ENSAIO DE COMPRESSÃO PARA CADA
CORPO DE PROVA (CP) PERTENCENTE AO GRUPO D (MOD+ENDO+RESINA)**

CP	FORÇA DE RUPTURA MÁXIMA (N)
CP 1	1467
CP 2	989,2
CP 3	870,4
CP 4	1562
CP 5	1143
CP 6	1561
CP 7	1095
CP 8	1344
CP 9	1457
CP 10	842,5
CP 11	1046
CP 12	1297
CP 13	1154
CP 14	1392
CP 15	1551
Média	122,5
Desvio-padrão	235,9
Coefficiente de Variação (%)	19,26

**APÊNDICE H – RELATÓRIO DE ENSAIO DE COMPRESSÃO PARA CADA
CORPO DE PROVA (CP) PERTENCENTE AO GRUPO E
(MOD+ENDO+RESINA+PINO)**

CP	FORÇA DE RUPTURA MÁXIMA (N)
CP 1	2068
CP 2	2748
CP 3	3247
CP 4	3392
CP 5	2800
CP 6	3191
CP 7	3582
CP 8	3124
CP 9	1850
CP 10	2828
CP 11	2543
CP 12	3202
CP 13	1734
CP 14	1811
CP 15	1561
Média	264,5
Desvio-padrão	675,2
Coefficiente de Variação (%)	25,53

Anexo

ANEXO – CARTA COMISSÃO CIENTÍFICA E DE ÉTICA DA FO-PUCRS



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

Porto Alegre 18 de agosto de 2003.

O Projeto de: Tese

Protocolado sob nº: 0042/03

Intitulado: *avaliação da influência das variações de temperatura na adaptação marginal das restaurações com resina composta nas primeiras 24 horas*

do(a) aluno(a): *Maria Cecília Gomes Beltrão*

Programa de: *Odontologia*

do curso de: *Dentística Restauradora*

Nível: *Doutorado*

Orientado pelo(a): *Prof. Dr. Luiz Henrique B. Júnior*

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em *14 de agosto de 2003*.

Prof. Dra. Elaine Bauer Veeck

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