UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

FABIANO BASSALOBRE VALERA

**Influência do bisel na resistência à fratura de dentes restaurados
com resina composta**

**BAURU
2007**

FABIANO BASSALOBRE VALERA

Influência do bisel na resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia

Área de Concentração: Dentística

Orientador: Prof. Dr. José Mondelli

BAURU

2007

Valera, Fabiano Bassalobre
V236i Influência do bisel na resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta / Fabiano Bassalobre Valera. -- Bauru, 2007.

138 p.: il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. José Mondelli

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

—

Comissão de Ética da FOB/USP: Trabalho de pesquisa aprovado em 28 de março de 2007.
Protocolo N°: 89/2006.

DADOS CURRICULARES

FABIANO BASSALOBRE VALERA

NASCIMENTO	19 de abril de 1978
FILIAÇÃO	Neide Bassalobre Valera Rubens Carneiro Valera
1996/2000	Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade do Sagrado Coração – USC, Bauru-SP.
2001/2003	Curso de Pós-graduação em Odontopediatria, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba – UNESP, Araçatuba-SP.
2003/2007	Curso de Pós-graduação em Dentística, nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, Bauru-SP.
2005/2007	Curso de Pós-graduação em Ortodontia e Ortopedia Facial, nível de Especialização, na Universidade Paulista – UNIP, Bauru-SP.

DEDICATÓRIA

*“Aonde quer que eu vá
estarei sempre
procurando o mundo
em caminhos fora do mundo”*

Maria Dolores Wanderley

Aos meus pais, Neide e Rubens, pelo amor incondicional e generosidade.

À minha namorada Larissa, pelo carinho e companheirismo.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Há um tempo atrás me perguntaram:

- Se você pudesse o que mudaria na sua vida?

Parei, pensei, pensei, pensei e disse:

- Nada! Minha vida é perfeita!

Agradeço a Deus, pela minha vida, por todas as conquistas obtidas, por todos os momentos vividos e por todas as pessoas com quem tive a oportunidade de conviver e aprender.

Obrigado Deus!

Ao Prof. Dr. José Mondelli, orientador, professor, amigo e exemplo de dedicação à nossa Odontologia, meu especial agradecimento.

Obrigado Professor pelo aprendizado que tive em todos esses anos, pelos conselhos, auxílio e orientação em todas as etapas de minha formação, numa cobrança constante e intensa ... a minha mais profunda gratidão.

Agradecimentos

Aos professores do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários da FOB-USP, Doutores José Mondelli, Aquira Ishikiriama, Maria Fidela de Lima Navarro, Carlos Eduardo Francischone, José Carlos Pereira, Eduardo Batista Franco, Rafael Francisco Lia Mondelli e Maria Tereza Atta, meus agradecimentos pela oportunidade que me têm dado, e pelo privilegio de conviver com vocês durante o curso, desfrutando dos seus conhecimentos valiosos e de suas amizades.

Em especial ao Prof. Dr. Rafael Mondelli, por todas as oportunidades que me proporcionou durante o curso. Por me compreender e ajudar em todos os momentos em que precisei. Obrigado!

Ao Prof. Dr. Adriano Mondelli, pela amizade e convivência que sempre tivemos. Muito obrigado por tudo que me proporcionou!

À Beth, agradeço especialmente pela amizade, carinho, compreensão, orientação e conselhos, não só em minha vida profissional, mas também em minha formação pessoal.

À minha família, em especial ao meu tio Marcos, pelo incentivo e pelo profundo conhecimento e eficiência em estatística. Amo vocês!

Aos meus eternos amigos Murti, Rafa, Neto, Phellippe, Kiko, João e Alex. Obrigado pelos mais de 15 anos de amizade e por me permitirem fazer parte de suas vidas!

Agradeço ainda,

À Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo, na pessoa do seu Diretor, Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro e da Presidente da Comissão de Pós-graduação, Profa. Dra. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado, por poder fazer parte do corpo discente desta conceituada instituição.

Às “meninas”, Ângela e Rita, pela amizade e dedicação que imprimem aos seus trabalhos.

Ao Nelson, Karen, Dito, Junior, Maria e Zuleica, todos fundamentais para o andamento e conclusão deste trabalho. Obrigado pela amizade e pela maneira cordial com que sempre me trataram.

À Maristela, agradeço especialmente pelo auxílio na formatação e correção deste trabalho.

Aos meus amigos de pós-graduação Juliano, Rogério e Eduardo, por todos os momentos especiais que me proporcionaram e pela amizade sincera. É bom saber que posso contar sempre com vocês!

Aos meus colegas de doutorado e mestrado, por me proporcionarem momentos de amizade, companheirismo, apoio e incentivo durante o curso.

À CAPES, pelo suporte financeiro no transcorrer deste curso.

RESUMO

Avaliou-se a resistência à fratura de dentes pré-molares, com e sem bisel no ângulo cavo-superficial, restaurados com resina composta. Noventa dentes pré-molares superiores foram divididos em 9 grupos. O grupo 1, considerado controle positivo, constituiu-se de dentes hígidos. Os grupos de 2 a 9 receberam cavidades de Classe II MOD, com medidas padronizadas. Os grupos de 6 a 9, além das cavidades, tiveram os tetos das câmaras pulpares removidos. Para os grupos 2, 3, 6 e 7, o ângulo cavo-superficial apresentou-se nítido e sem bisel; grupos 4 e 8, bisel côncavo em toda cavidade; grupos 5 e 9, bisel apenas na porção oclusal da cavidade. Os dentes dos grupos 2 e 6 não foram restaurados, sendo considerados controle negativo. Para os demais grupos, procedeu-se a restauração das cavidades com sistema restaurador adesivo pela técnica direta. Todos os espécimes foram avaliados quanto a resistência à fratura, em uma máquina de teste universal (Emic - DL 2000), com célula de carga de 500Kgf, regulada a uma carga máxima de 450Kgf, com uma leitura mínima de 0,05Kgf de precisão. Os resultados foram submetidos à análise de variância a um critério e ao teste de Tukey para comparação entre os grupos. Constatou-se que houve diferença significativa entre os grupos estudados, quando considerados os diferentes tratamentos do ângulo cavo-superficial (variável independente) e a resistência à fratura obtida (variável dependente) ($p < 0,05$). A remoção de tecido dentário pela confecção de cavidades diminuiu a resistência à fratura do órgão dentário, sendo que em intervenções mais extensas, com a remoção de estrutura de reforço, como o teto da câmara pulpar, esta resistência se apresentou ainda menor. A confecção de bisel em todo o ângulo cavo-superficial, em cavidades de Classe II, proveu um aumento significativo da resistência à fratura, quando comparado aos dentes que apresentaram o ângulo cavo-superficial nítido e sem bisel, tanto em dentes com ou sem remoção do teto da câmara pulpar. Além disso, dentes que apresentaram bisel em todo o ângulo cavo-superficial de cavidades de Classe II, tanto com ou sem intervenção endodôntica, mostraram os

Resumo

melhores padrões de fratura, preservando quase que em sua totalidade a integridade do remanescente dentário.

Descritores: preparo da cavidade dentária; restauração dentária permanente; resinas compostas; resistência à fratura dos dentes.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF BEVEL IN THE FRACTURE RESISTANCE OF TEETH WITH COMPOSITE RESIN RESTORATIONS

The fracture resistance of upper premolar teeth with and without cavosurface bevel, restored with composite resin material was evaluated. Ninety upper premolar teeth were divided into 9 groups. The group 1, considered as a positive control, was composed of sound teeth. Groups 2 to 9 receive Class II MOD preparation cavities with standardized measures. Groups from 6 to 9 had the roof of the pulp chamber removed. In groups 2, 3, 6, and 7, the cavosurface angle was evident and without bevel; groups 4 and 8, a concave bevel around the entire cavity; groups 5 and 9, the bevel was only placed in the occlusal portion of the cavity. Teeth in groups 2 and 6 were not restored, and considered as negative controls. In the other groups, cavities were directly restored with an adhesive resin system. All specimens were evaluated until load to fracture in a Universal Testing Machine (Emic DL 2000), with a load cell of 500Kgf, maximum load of 450Kgf, and 0,05kgf of standard error. Results were submitted to one-way analysis of variance and Tukey's test for group comparisons. There was a significant difference among the studied groups regarding the different treatments on the cavosurface angle (independent variable) and the fracture resistance (dependent variable) ($p < 0.05$). Removal of tooth structure through cavity preparation diminished the fracture resistance values, being that in more extensive preparation (removal of the roof of pulp chamber), this value was lower. The bevel placed around the entire cavosurface angle in Class II cavities significantly increased the fracture resistance, when compared to teeth with a clear cavosurface angle but without bevel, either in teeth with or without removal of the roof of pulp chamber. Besides, teeth with bevel around the entire cavosurface angle with

Abstract

or without endodontic therapy showed the best fracture patterns, almost completely preserving tooth integrity.

Keywords: cavity preparation, final dental restorations, composite resin restorations, fracture resistance of teeth

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dente preparado e não restaurado, antes de sua fratura, recebendo carga oclusal. Adaptado de Mackenzie, 1986	43
Figura 2 - Visão proximal. Dente preparado e restaurado, e barra de carregamento oclusal. Adaptado de Stampalia et al., 1986.....	45
Figura 3 - Parede gengival de preparos cavitários Classe II para restauração com resina composta. Retenção em dentina. Margens em esmalte biseladas. Adaptado de Ben-Amar et al., 1987	47
Figura 4 - Dimensões das cavidades realizadas. Adaptado de JOYNT et al., 1987.	49
Figura 5 - Visão oclusal (primeira linha) e corte mesio-distal (segunda linha) de cavidades. Da esquerda para direita: cavidade de Black, sem bisel; cavidade moderna sem bisel; cavidade moderna com bisel; cavidade para restauração adesiva, com bisel. Adaptado de Hinoura et al., 1988.	51
Figura 6 - Dente preparado e restaurado, submetido ao teste de carregamento oclusal. Adaptado de Ausiello et al., 1997	59
Figura 7 - Esquema dos preparos cavitários realizados. BJ – ângulo cavo-superficial sem bisel. IB – ângulo cavo-superficial apresentando bisel interno. C – resina composta. D – dentina. E – esmalte. P – polpa. Adaptado de Holan et al., 1997.	60
Figura 8 - Desenho cavitário para os grupos B e C respectivamente, indicando as dimensões padrão. Adaptado de Mondelli et al., 1998	63
Figura 9 - Procedimentos de preparação dos espécimes para teste de resistência adesiva. Adaptado de IKEDA et al., 2002.....	69
Figura 10 - Divisão por grupo dos dentes a serem avaliados de acordo com os diferentes tipos de tratamento.	84
Figura 11 - Dimensões pré-definidas das cavidades preparadas.....	87
Figura 12 - Técnica incremental de restauração das cavidades preparadas	91
Figura 13 - Representação gráfica dos valores médios de resistência à fratura para dentes sem intervenção endodôntica	100
Figura 14 - Representação gráfica dos valores médios de resistência à fratura para dentes com intervenção endodôntica	104

- Figura 15** - Orientação dos prismas de esmalte e simulação de uma cavidade quando do emprego de uma broca carbide nº 245..... 113
- Figura 16** - Representação gráfica da confecção de bisel côncavo no ângulo cavo-superficial de uma cavidade preparada utilizando broca carbide nº 245 115
- Figura 17** - Diferenças entre os dentes decíduos e permanentes: corte transversal no plano vestibulo-lingual. 1 – coroa bulbosa e proeminência do colo. 3 – constrição do colo. 4 – esmalte delgado. 5 – cornos pulpaes. 6 – canais estreitos. 7 – assoalho pulpar delgado. 8 – posição do folículo do dente permanente em desenvolvimento. 9 – inclinação dos prismas de esmalte. Adaptado de Curzon et al., (1997) 117
- Figura 18** - Padrão de fratura no longo eixo do dente. Vista oclusal e proximal 121
- Figura 19** - Padrão de fratura oblíquo. Vista oclusal e proximal..... 121
- Figura 20** - Fratura oblíqua reportada por Mackenzie (1986). Adaptado de Mackenzie (1986) 123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor médio de resistência à fratura e desvio-padrão para grupos de dentes sem intervenção endodôntica	99
Tabela 2 - Análise de variância (ANOVA) a um critério, utilizando nível de significância de 5%, para grupos de dentes sem intervenção endodôntica	100
Tabela 3 - Comparação dos grupos aos pares, de dentes sem intervenção endodôntica, utilizando o teste de Tukey Kramer, a nível de significância de 5%	101
Tabela 4 - Padrão de fratura para grupos de dentes sem tratamento endodôntico	102
Tabela 5 - Valor médio de resistência à fratura e desvio-padrão para grupos de dentes com intervenção endodôntica	103
Tabela 6 - Análise de variância (ANOVA) a um critério, utilizando nível de significância de 5%, para grupos de dentes com intervenção endodôntica	104
Tabela 7 - Comparação dos grupos aos pares, de dentes com intervenção endodôntica, utilizando o teste de Tukey Kramer, a nível de significância de 5%	105
Tabela 8 - Padrão de fratura para grupos de dentes com tratamento endodôntico	106

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	29
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	35
3	PROPOSIÇÃO	77
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	81
4.1	SELEÇÃO E DIVISÃO DA AMOSTRA	83
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	84
4.3	PREPAROS CAVITÁRIOS	85
4.4	TRATAMENTO DO ÂNGULO CAVO-SUPERFICIAL.....	89
4.5	RESTAURAÇÃO DAS CAVIDADES	89
4.6	INCLUSÃO DOS DENTES	93
4.7	TESTE DE RESISTÊNCIA À FRATURA.....	94
4.8	PADRÃO DE FRATURA.....	94
4.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA	95
5	RESULTADOS.....	97
5.1	DENTES NÃO TRATADOS ENDODONTICAMENTE	99
5.2	DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE.....	102
6	DISCUSSÃO	107
6.1	RESISTÊNCIA À FRATURA	109
6.2	PADRÃO DE FRATURA.....	119
7	CONCLUSÕES	125
	REFERÊNCIAS.....	129

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de possibilitar a restauração da forma e função dos órgãos dentários, acometidos por lesões, principalmente aquelas referentes ao processo carioso, os preparos cavitários têm trazido problemas relacionados à resistência do remanescente dentário, podendo muitas vezes provocar abertura de margens, trincas e fratura parcial ou total das cúspides remanescentes.

Com a introdução da técnica do condicionamento ácido, desenvolvida por Buonocore (1955), e dos avanços obtidos com a resina composta, surgiram novas perspectivas em relação ao restabelecimento da resistência dentária. Com os princípios de adesão à estrutura dentária, novos tipos de cavidades foram sugeridos, sendo recomendadas configurações mais conservativas, a fim de evitar remoção desnecessária de estrutura dentária sadia.

De acordo com a literatura, os preparos de cavidades mais conservadores proporcionam maior resistência do remanescente dentário (VALE, 1956; MONDELLI et al., 1980; LARSON et al., 1981; PEREIRA et al., 1983; CAVEL et al., 1985; EAKLE et al., 1986; EL-SHERIF et al., 1988; RETIEF, 1991; SENE, 2001), além de muitas vezes preservar estruturas de reforço, como cristas marginais e teto da câmara pulpar, fatores que influenciam diretamente na manutenção da integridade estrutural presente.

Dentes submetidos a esforços da mastigação podem sofrer fraturas. Isto parece ser verdadeiro para os dentes posteriores, com destaque para os pré-molares superiores, cuja anatomia coronária apresenta tendência à deflexão e separação das cúspides durante os esforços mastigatórios. A profundidade da cavidade também aumenta a flexibilidade e deflexão das cúspides, além da concentração de tensões nos ângulos vestibulo e línguo-pulpar (MONDELLI et al., 1980; MONDELLI et al., 1998).

Várias foram as investigações que avaliaram o enfraquecimento do dente em decorrência da realização de cavidades de Classe II e também a ação de

técnicas e/ou dos materiais restauradores na manutenção ou restabelecimento da resistência dos tecidos dentários remanescentes (VALE, 1956; MONDELLI et al., 1980; LARSON et al., 1981; BURKE et al., 1993; BRUNTON et al., 1999; ÇÖTERT et al., 2001; DALPINO et al., 2002; BURMANN et al., 2003).

Os materiais e técnicas restauradoras adesivas atuais tornaram possível tratar esteticamente dentes posteriores com previsão de sucesso razoável. O acabamento do ângulo cavo-superficial da cavidade (IKEDA et al., 2002), a utilização adequada de sistemas adesivos (CARVALHO et al., 2004), de técnicas de inserção (WIECZKOWSKI et al., 1988) e a polimerização da resina composta são fundamentais para uma odontologia restauradora adesiva de qualidade (MONDELLI et al., 2004).

As restaurações adesivas de resina composta têm apresentado valores superiores às restaurações de amálgama no aumento da resistência de dentes enfraquecidos por preparos cavitários convencionais (SHARE et al., 1982; MORIN et al., 1984; MISHELL et al., 1984; LIBERMAN et al., 1990). Esses valores são provenientes das propriedades físicas e mecânicas apresentadas pelos sistemas restauradores adesivos como: módulo de elasticidade, resiliência, resistência à tração, cisalhamento, compressão e adesão à estrutura dentária, ocorrendo assim maior sinergismo entre dente e material restaurador, capaz de absorver as forças mastigatórias, requisito básico necessário para a longevidade prolongada do elemento dentário (HOOD, 1991).

Além disso, a resistência adesiva das restaurações de resina composta proporciona um relativo potencial de reforço do remanescente dentário (BAKKE et al., 1985; DENEHY; TORNEY, 1976; EAKLE, 1986; JAGADISH; YOGESH, 1990; MACKENZIE, 1986; MCCULLOCK; SMITH, 1986; MISHELL et al., 1984), reduzindo a deflexão das cúspides (LOPES et al., 1991; MORIN et al., 1984; STOKES et al., 1993), por meio de sua “esplintagem” (GELB et al., 1986; SHARE et al., 1982).

Apesar de ser considerado muito duro e resistente, o esmalte é uma estrutura anisotrópica, ou seja, apresenta características e resistências diferentes quando avaliado em cortes transversal ou longitudinal. Assim, essa resistência pode

ser relativa e dependente do tipo e direção do estresse desenvolvido, bem como da disposição dos prismas de esmalte (CARVALHO, 2000).

A arquitetura do esmalte consiste de prismas que se originam geralmente perpendiculares à junção amelodentinária. Em muitas regiões do esmalte superficial, nem todos os prismas alcançam a superfície externa. Nestas, os cristais estão alinhados paralelos entre si e perpendiculares à superfície externa. O condicionamento ácido provoca no esmalte um desgaste superficial, formando saliências e reentrâncias. Dessa maneira, formam-se regiões de microretenção, cuja característica depende da orientação dos prismas (KATCHBURIAN; ARANA, 1999).

Como foi demonstrada por Buonocore (1955), a adesão ideal pode ser obtida por meio de retenção micromecânica aos prismas de esmalte, condicionados por ácido, perpendicularmente aos seus longos eixos. As micro-fendas e a conseqüente degradação do esmalte, segundo Ikeda et al. (2002), podem ser prevenidas pelo biselamento das margens, utilizando técnicas de polimerização adequadas e polimento após no mínimo uma semana (SILVA E SOUZA JÚNIOR et al., 2002). Além disso, a presença do bisel côncavo na margem gengival localizada em dentina e/ou cimento, minimiza a infiltração marginal (HERMES, 2006).

Ainda, segundo Buonocore (1975), a confecção de um bisel em toda a margem da cavidade regulariza a camada superficial do esmalte, removendo os prismas fragilizados, os quais poderiam se fraturar pela força de contração de polimerização da resina. O biselamento das margens de esmalte parece ser, portanto, pré-requisito para qualquer técnica adesiva direta que emprega o ataque ácido do esmalte, conforme pesquisas realizadas por Campos (2002) e Mizuno (2003).

O biselamento do ângulo cavo-superficial da cavidade pode expor de forma mais adequada os prismas de esmalte, além de aumentar a superfície a ser condicionada, contribuindo para melhor adesão dente/restauração. Este aperfeiçoamento na adesão do material restaurador à estrutura dentária remanescente pode potencializar o efeito de “esplintagem” das cúspides, aumentando diretamente a resistência à fratura do tecido dentário.

Mesmo com todas as vantagens assinaladas e comprovadas, ao se confeccionar o bisel antes da aplicação do sistema restaurador adesivo, em algumas situações clínicas o seu uso é freqüentemente relegado a um plano secundário e, até mesmo contra-indicado na superfície oclusal, pois este promoveria pouca espessura do material restaurador, estenderia em demasia a margem cavitária, expondo a interface nas áreas de contato oclusal. Estas argumentações e justificativas teóricas orientadas para a não realização do bisel nas cavidades de Classe II, são sustentadas por formadores de opinião e autores de livros, principalmente de nosso país (GALAN JUNIOR; NAMEN, 1998; IORIO, 1999; BARATIERI, 2001; FRAGA; FRAGA, 2001; CARDOSO; GONÇALVES, 2002; GARONE NETTO et al., 2003; GOMES et al., 2004; LOPES et al., 2005; CONCEIÇÃO, 2007).

Em razão disso, dúvidas são constantemente geradas para aqueles que se dedicam ao ensino de técnicas e táticas operatórias de preparo de cavidades e restaurações de Classe II, como também para os profissionais que aplicam em seus pacientes esses procedimentos.

Será que a determinação do bisel em cavidades de Classe II é um procedimento desnecessário e invasivo a tal ponto de ser contra-indicado para uma restauração adesiva? Ou será que o bisel, é ainda parte integrante desse procedimento e deve ser recomendado?

Essas hipóteses motivaram a realização desta pesquisa, cujo objetivo foi avaliar o efeito do bisel na resistência à fratura do remanescente dentário submetido a preparos e restaurações de Classe II, envolvendo as faces mesial, oclusal e distal, feitas com o sistema restaurador adesivo de uso direto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

É do início do século XX a primeira afirmativa de que o ângulo cavo-superficial deva receber um tratamento de acordo com o material restaurador a ser empregado (BLACK, 1908). Este tratamento teria por finalidade o melhor acabamento das margens de esmalte, proporcionando um maior vedamento interfacial entre o material restaurador e a estrutura dentária. Black ainda propõe que este ângulo possa ser biselado, chanfrado, arredondado ou vivo, desde que o mesmo apresente-se liso, nítido e uniforme.

Entretanto, décadas após a afirmação de Black (1908), o biselamento das margens de esmalte pareceu tornar-se imprescindível, no momento em que Buonocore (1955) demonstrou em seu estudo que a adesão do material restaurador ao esmalte poderia ser obtida por meio de retenção micromecânica aos prismas de esmalte condicionados por ácido, perpendicularmente aos seus longos eixos. No entanto, o mesmo autor ainda afirma que este biselamento das margens de esmalte não compensa completamente a contração de polimerização da resina composta.

Buonocore (1975) relatou que a tensão na interface dente e restauração pode formar uma microfenda, com o rompimento das ligações adesivas e afastamento do material restaurador das paredes da cavidade, ou a fratura coesiva dos prismas de esmalte próximos à borda da restauração. Este evento foi atribuído à força de contração de polimerização das resinas, com conseqüente contração volumétrica das mesmas.

Em 1980, Mondelli et al. avaliaram a resistência à fratura de pré-molares, variando a amplitude vestibulo-lingual de três tipos de cavidades: oclusal, ocluso-proximal (duas faces) e preparos mésio-ocluso-distal. Utilizaram 100 pré-molares recém extraídos, divididos em 30 dentes para cada tipo de cavidade, onde três diferentes diâmetros de preparo eram confeccionados para cada grupo de 10 dentes. O grupo controle foi composto por 10 dentes hígidos. Após a confecção dos preparos, estes foram incluídos em blocos de resina e submetidos à fratura, sob carregamento de compressão, a uma velocidade de 0,5mm por minuto. Os resultados mostraram que os dentes do grupo controle apresentaram os mais altos

valores. Estes valores diminuíram progressivamente, enquanto maior quantidade de esmalte e dentina foi removida, ou seja, quanto mais estreito o istmo, maior a força necessária para causar a fratura em preparos de Classe I. Entretanto, para os preparos de Classe II, apenas aqueles com istmo de 1/4 da distância entre cúspides foram estatisticamente superiores àqueles preparos com as outras duas dimensões. Os autores concluíram que todas as cavidades oclusais diminuem a resistência do dente em proporção à largura da cavidade. Além disso, as cavidades de Classe I diminuem menos a resistência do dente do que as cavidades de Classe II com a mesma largura. Isto se deve ao fato da presença de estruturas de reforço, como as cristas marginais, nas cavidades de Classe I. Concluiu-se também que a largura desejável do istmo é de 1/4 da distância entre cúspides, promovendo maior resistência, independente da cavidade.

Larson et al. (1981) avaliaram os efeitos das extensões e dos tipos de cavidades no enfraquecimento do remanescente dental. Utilizou-se 60 dentes pré-molares superiores hígidos divididos em cinco grupos: dentes não preparados; cavidade méso-ocluso-distal (MOD) com segmento oclusal amplo (1/3 da distância intercuspídea); cavidade MOD de porção oclusal estreita (1/4 da distância intercuspídea); cavidade oclusal extensa (1/3 da distância intercuspídea); e cavidade oclusal estreita (1/4 da distância intercuspídea). A profundidade tanto para a caixa oclusal quanto para a parede axial foi de 0,5mm em dentina e as caixas proximais com largura de 1/3 da dimensão vestibulo-lingual do dente. Após a confecção dos preparos, os dentes foram montados em anéis de “nylon” e testados em uma máquina eletro-hidráulica, onde uma força foi aplicada axialmente no centro da superfície oclusal com uma esfera tocando apenas as vertentes internas das cúspides. Os resultados mostraram que a resistência de dentes íntegros foi estatisticamente superior quando comparados aos dentes com cavidades. Além disso, as cavidades oclusais extensas demandaram uma menor força para fraturá-las do que cavidades oclusais estreitas. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa na força requerida para fraturar dentes com cavidades MOD e quando comparados com cavidades oclusais de mesma extensão. Os autores concluíram que a extensão da porção oclusal da cavidade afeta a resistência da coroa de um dente preparado e que a extensão da cavidade

envolvendo caixas proximais não reduz significativamente a resistência, desde que mínima quantidade de dentina seja removida.

No mesmo ano de 1981, Braly e Maxwell analisaram um dos principais problemas a que o elemento dental está sujeito, a fratura. De acordo com os autores existem poucos estudos longitudinais que avaliam a incidência da perda dental por fratura e, com isso, comentam a necessidade do Cirurgião Dentista estar preparado para lidar com os principais fatores que contribuem para que esta ocorra: a mordida repentina em objeto duro; contato prematuro; contato excessivo durante os movimentos excêntricos; restaurações extensas; atrição, abrasão e erosão; cúspides altas e pacientes com história anterior de fratura. Os autores relatam que os dentes mais comumente acometidos por fratura são o segundo molar inferior, primeiro molar inferior e pré-molares superiores. Outro fato salientado é de que as fraturas, em dentes com restaurações tipo MOD, geralmente ocorrem na base da cúspide. Para tanto, o dentista deve ater-se em realizar uma restauração que promova a proteção do dente nos casos de risco em potencial. Os autores finalizam concluindo que a prevenção da fratura dental pode ser realizada utilizando preparos conservadores e restaurações com proteção de cúspides.

Morin et al. (1984) avaliaram a rigidez e a deformação das cúspides de pré-molares superiores, empregando três técnicas não adesivas e outras duas técnicas adesivas para cada dente. Utilizou-se 12 pré-molares superiores submetidos à carga oclusal e mensurados por meio de medidores de tensão. Cada dente foi medido na condição de dente íntegro, preparado e restaurado com materiais adesivos ou não. A cavidade tipo MOD tinha largura de 1/4 da distância entre cúspides e foi restaurada com resina composta sem adesivo, amálgama e resina composta com adesivo com e sem bisel. Após cada mensuração, o dente tinha a restauração removida e nova restauração realizada para ser submetida ao teste. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os dentes preparados e os restaurados com materiais não adesivos, já que os resultados mostraram que tiveram a rigidez relativamente diminuída. Porém, houve recuperação da rigidez nas restaurações com adesivo em relação aos dentes íntegros ao nível de 88%. Concluíram que o dente restaurado com resina composta e sistema adesivo foi mais resistente à deformação sob carga oclusal quando comparado aos dentes com restaurações não adesivas.

Eakle (1985) comparou a resistência à fratura de pré-molares superiores restaurados com resina composta para dentes posteriores e cimento de ionômero de vidro. Setenta e cinco dentes receberam cavidades tipo MOD apresentando 3mm de profundidade e 1,5mm de largura. Os dentes foram divididos em 3 grupos, onde o grupo 1 não foi restaurado, sendo usado como controle; o grupo 2 foi restaurado com resina composta P30 + Scotchbond e o grupo 3 restaurado com cimento ionômero de vidro Ketac Fil. As restaurações foram realizadas de acordo com as recomendações dos fabricantes. Todos os espécimes foram submetidos ao teste de fratura em uma máquina universal Instron, numa velocidade de 5mm/min até que ocorresse a fratura. Os resultados mostraram que a média de força requerida para fratura foi maior nos grupos restaurados quando comparado ao grupo controle. Entretanto somente o grupo restaurado com resina composta foi significativamente mais resistente à fratura ($118,5 \pm 25,9\text{Kgf}$). Não houve diferença significativa entre os dentes preparados sem restauração ($87,1 \pm 27,1\text{Kgf}$) quando comparados aos dentes restaurados com cimento de ionômero de vidro ($98,9 \pm 26,9\text{Kgf}$). A fratura, freqüentemente, iniciava-se nos ângulos vestibulo/língua-pulpar dirigindo-se apicalmente e para fora. No grupo restaurado por resina composta, as fraturas ocorreram na interface dente-restauração; no grupo do cimento de ionômero de vidro, metade das fraturas ocorreu no corpo da restauração e a outra metade na interface dente-restauração. O autor concluiu que são necessárias melhorias nos agentes adesivos para aumentar a resistência adesiva à estrutura dentária, como também avanços nas propriedades físicas das resinas compostas, para que esses materiais possam ser sugeridos como reforço de dentes posteriores contra fraturas.

Eakle e Braly (1985) realizaram um estudo com o intuito de avaliar as possíveis diferenças entre cavidades com ângulos internos bem definidos ou arredondados em relação à resistência a fratura do remanescente dental. Confeccionaram-se cavidades conservativas envolvendo as faces mesial, oclusal e distal de primeiros pré-molares superiores homólogos. Para cada par de dentes, um deveria apresentar cavidade com ângulos internos definidos e o outro, cavidade com ângulos internos arredondados. Os resultados não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto à resistência à fratura. As diferenças apresentadas pela cavidade confeccionada com uma broca de extremo

plano e outra de extremo arredondado não produziu uma concentração de estresse significativa para o enfraquecimento dentário.

Eakle (1986) realizou uma pesquisa com o intuito de determinar se a resina composta aderida ao esmalte ou ao esmalte e dentina, em cavidades de Classe II, poderiam aumentar a resistência à fratura do dente. Confeccionaram-se cavidades MOD em pré-molares superiores e posteriormente estes foram restaurados com resina composta (P-30), sendo um grupo utilizando adesivo para esmalte (Enamel Bond) e outro grupo adesivo tanto para esmalte quanto para dentina (Scotch-bond). Havia ainda um grupo controle de dentes preparados e não restaurados. Todos os dentes foram submetidos a uma carga oclusal, em uma máquina de teste universal, até sua fratura. Os resultados mostraram que os dentes do grupo restaurado com sistema adesivo para esmalte e dentina obtiveram valores significativamente maiores quando comparado aos dentes do grupo controle e aos do grupo que utilizou sistema adesivo apenas para esmalte. O autor concluiu que a forte adesão ao esmalte e dentina foi, provavelmente, responsável pelo aumento da resistência e que a maior área de superfície disponível para adesão contribuiu para isto, apesar da resistência à dentina ser mais fraca que no esmalte. Concluiu também que o efeito do material restaurador no dente é determinado pela força de coesão do agente adesivo, pela adesão ao esmalte e dentina e a superfície total disponível para adesão. A resina composta associada ao adesivo dentinário pode aumentar a resistência à fratura de dentes com restaurações tipo MOD, porém fatores como contração de polimerização, variações na temperatura e carga oclusal, podem contribuir para microinfiltração, além da baixa resistência ao desgaste, exigem a necessidade de testes clínicos e laboratoriais antes desses materiais serem recomendados para prevenção de fraturas dentárias.

Eakle et al. (1986) realizaram um estudo clínico objetivando avaliar quais dentes posteriores apresentavam o maior índice de fratura, as cúspides mais comprometidas e mensuraram a largura do istmo dos dentes fraturados que apresentavam restaurações. Examinaram 191 pacientes com limite de idade entre 14 – 76 anos (66,5% com menos de 40 anos), num total de 206 fraturas completas ou incompletas de dentes posteriores. O número de fraturas em cada arco foi semelhante e o primeiro molar inferior foi o dente posterior que apresentou o maior número de fraturas. Constataram que nos pré-molares superiores a cúspide palatina

fraturou com maior frequência (53,1%) que a cúspide vestibular (40,8%). No arco superior, o número de fraturas foi praticamente igual entre molares (50,5%) e pré-molares (49,5%). Entre os dentes restaurados, 93,4% dos dentes fraturados possuíam restaurações de amálgama; 18,1%, restaurações tipo Classe I e 81,9%, tipo Classe II. Após examinar aproximadamente 90 dentes fraturados, suspeitou-se que as fraturas estavam relacionadas à largura do istmo. Dos 109 dentes analisados posteriormente, 6 (5,5%) ocorreram em istmo com 1/4 da distância entre cúspides, 54 (49,5%) com 1/3, e 49 (45%) com mais de 1/3 da distância entre cúspides. Os resultados mostraram ainda que um número menor de fratura ocorreu em dentes com restaurações conservadoras, de istmo até 1/4 da distância intercuspídea e que apresentavam cristas marginais integras.

Mackenzie (1986) avaliou o grau de reforço que poderia ser produzido por restaurações de resina composta em pré-molares enfraquecidos pela confecção de preparos cavitários, em comparação a dentes não restaurados. O pesquisador utilizou pares de pré-molares bilaterais do mesmo paciente e preparou-os de modo que uma cúspide de cada dente ficasse enfraquecida. Após a realização dos preparos, um dente de cada par foi restaurado com resina composta Adaptic e o outro permaneceu sem restauração, sendo considerado como controle deste estudo. Esses dentes receberam carga oclusal em uma máquina Instron (figura 1) e os resultados mostraram que dentes restaurados apresentaram 80,7%, 96,4% e até 362% maior resistência à fratura quando comparados ao dentes do grupo controle. O desenvolvimento de novas resinas compostas e adesivos dentinários foi acompanhado de melhorias em suas propriedades. Baseado neste fato e pelos resultados obtidos, o autor concluiu que o uso desses materiais em pré-molares enfraquecidos poderia ser uma realidade.

Figura 1 - Dente preparado e não restaurado, antes de sua fratura, recebendo carga oclusal. Adaptado de Mackenzie, 1986

Mcculloch e Smith (1986) analisaram se as restaurações, tanto adesivas quanto não adesivas, influenciavam no aumento da resistência do remanescente dentário em cavidades MOD. Quarenta e oito pares de pré-molares superiores fizeram parte da amostra deste estudo, onde 1 dente de cada par foi restaurado e outro foi utilizado como controle. Os 48 dentes a serem restaurados foram divididos aleatoriamente em 7 grupos: 2 grupos restaurados com resina composta de uso posterior Oclusin, nas técnicas de incremento único e incremental; 2 grupos restaurados como os anteriores, mas utilizando adesivo dentinário Scotchbond; 1 grupo restaurado com resina composta em associação ao cimento de ionômero de vidro Chemfil II; 1 grupo com cimento de ionômero de vidro (cermet) Ketac Silver; e o último restaurado com amálgama Dispersalloy. Todos os espécimes receberam carregamento oclusal por meio de uma esfera de aço, a qual incidia somente nas vertentes triturantes das cúspides. Os resultados mostraram que os grupos restaurados com resina composta sem o uso de adesivo dentinário ou em combinação com cimento de ionômero de vidro obtiveram um aumento na resistência à fratura de 2 a 4 vezes maior que os dentes preparados e não

restaurados. Já os grupos restaurados com resina e adesivo dentinário foram de 4 a 6 vezes mais resistentes que os dentes não restaurados. O grupo de dentes restaurados com amálgama não foi estatisticamente diferente do grupo controle, ou seja, o amálgama não foi capaz de aumentar a resistência dos dentes preparados sob as condições deste estudo.

Ainda no ano de 1986, Stampalia et al. avaliaram as resinas compostas como material restaurador no intuito de restabelecer a resistência de dentes pré-molares superiores. Neste estudo utilizaram-se 30 dentes pré-molares superiores divididos em 3 grupos: (1) dentes hígidos (grupo controle); com cavidades tipo MOD, (2) restaurados com amálgama; e (3) restaurados com resina composta ativada quimicamente (P10 e Scotchbond). Todos os dentes foram submetidos ao teste de carregamento oclusal até que ocorresse fratura (figura 2). Os resultados mostraram que a média de força requerida para fraturar o grupo de dentes hígidos foi maior que os outros dois grupos (127,8Kgf). Além disso, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos restaurados com amálgama (78,7Kgf) e resina composta (78,3Kgf). Os autores concluíram que, nas condições deste estudo, restaurações com a resina composta P10 e adesivo Scotchbond não aumentaram a resistência à fratura de pré-molares superiores com cavidades MOD.

Figura 2 - Visão proximal. Dente preparado e restaurado, e barra de carregamento oclusal. Adaptado de Stampalia et al., 1986

Com o intuito de avaliar que a resistência à fratura de dentes pré-molares tratados endodonticamente poderia ser aumentada por meio de restaurações intracoronárias, Trope et al. (1986) utilizaram 100 dentes pré-molares superiores e inferiores os quais tiveram seus canais tratados endodonticamente. Após a obturação dos canais, confeccionou-se em todos os dentes cavidades tipo MOD. As cavidades apresentaram como características a espessura da parede vestibular de 2mm no nível oclusal e de 3mm na junção cimento-esmalte. Os dentes foram divididos em 5 grupos de 20 dentes cada e restaurados como se segue: grupo 1 com amálgama; grupo 2 utilizando resina composta (Concise) sem condicionamento ácido; grupo 3 com resina composta (Concise) após condicionamento ácido; grupo 4, resina composta (P10) após condicionamento ácido e aplicação de adesivo (Scotchbond); e grupo 5 utilizando resina composta como base (condicionamento ácido, adesivo Scotchbond e resina composta P10), acrescentando-se restauração com amálgama. Todos os grupos receberam carregamento por meio de uma força aplicada na cúspide vestibular num ângulo de 150° com o longo eixo do dente. Os resultados mostraram que a resistência à fratura do grupo 3 foi significativamente

maior que a dos grupos 1 e 2, porém, não foi significativamente maior que a dos grupos 4 e 5. Os autores concluíram que o condicionamento ácido prévio a restauração de resina composta aumenta a resistência à fratura do remanescente dental. No entanto, o uso do adesivo após o condicionamento ácido não aumentou significativamente a resistência à fratura dos pré-molares restaurados.

Ben-Amar et al. (1987) relataram que a forma das cavidades de Classe II para resina composta deve diferir dos preparos para amálgama, seguindo as seguintes características: a cavidade oclusal deve ser menos extensa e mais rasa; a extensão vestibular e lingual da caixa proximal deve estar localizada em áreas onde possam ser avaliadas clinicamente, sondadas e polidas; os ângulos internos devem ser arredondados e os sulcos de retenção localizados nos ângulos axio-vestibular, axio-lingual e na parede gengival. O bisel é recomendado nas margens de esmalte da caixa proximal porque os prismas estão direcionados em ângulo reto com a superfície externa (figura 3). O bisel no ângulo cavo-superficial oclusal é desnecessário porque os prismas na margem da fossa central de uma cavidade oclusal estreita com paredes paralelas ou levemente convergentes terminam em diagonal com seu longo eixo, além de aumentar a superfície da restauração exposta às forças mastigatórias e ao desgaste. A resina neste local pode fraturar ou desgastar mais rapidamente, resultando em margens defeituosas.

Figura 3 - Parede gengival de preparos cavitários Classe II para restauração com resina composta. Retenção em dentina. Margens em esmalte biseladas. Adaptado de Ben-Amar et al., 1987

Hood et al. (1987) avaliaram a energia requerida para fraturar cúspides de dentes pré-molares superiores sujeitas à força de impacto. Os autores justificaram a realização do trabalho afirmando que restaurações adesivas diretas representam uma alternativa para restaurações do tipo onlay e coroas onde há necessidade da proteção de cúspides e exigência estética. Para a realização desse trabalho utilizaram 120 dentes pré-molares superiores íntegros e os dividiram em 5 grupos: grupo 1 – dentes hígidos; grupo 2 – dentes com cavidades MOD e restaurados com resina composta P10; grupo 3 – dentes com cavidades MOD e restaurados com sistema adesivo Scotchbond e resina composta P10; grupo 4 – dentes com cavidades MOD e restaurados com cimento de ionômero de vidro Ketac-Fil; e grupo 5 – dentes com cavidades MOD não restaurados. A largura das cavidades foi de 1/4 da distância intercuspídea, profundidade da caixa oclusal de 2mm e da caixa proximal de 1,5mm. Os dentes dos grupos restaurados com resina composta P10 tiveram os ângulos cavo-superficiais biselados e condicionados com ácido fosfórico a 37% por 1 minuto. Todos os dentes foram incluídos em blocos de resina com

simuladores de ligamento periodontal de 0,2mm de espessura e montados num aparato de impacto pendular que transfere um golpe padrão em suas cúspides vestibulares. Os resultados mostraram que a resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta e adesivo ($6,65 \pm 0,35\text{Kg/cm}$) ou sem adesivo ($6,79 \pm 0,50\text{Kg/cm}$) foram semelhantes, melhorando a resistência à fratura de pré-molares superiores com cavidades MOD, na mesma intensidade de dentes hígidos ($7,15 \pm 1,53\text{Kg/cm}$). Por outro lado, dentes restaurados com cimento de ionômero de vidro ($6,25 \pm 0,25\text{Kg/cm}$), foram menos resistentes à fratura.

Joynt et al. (1987) realizaram preparos cavitários envolvendo as faces mesial, oclusal e distal de pré-molares superiores com o objetivo de avaliar a resistência à fratura do remanescente dental. Utilizaram-se 41 dentes pré-molares superiores hígidos divididos em 5 grupos: grupo 1 - dentes hígidos (grupo controle positivo); grupo 2 - dentes preparados sem restaurações (grupo controle negativo); grupo 3 - dentes preparados e restaurados com amálgama; grupo 4 - dentes preparados, sem bisel, e restaurados com resina composta fotopolimerizável; e grupo 5 - dentes preparados, com bisel nas margens em esmalte, e restaurados com resina composta fotopolimerizável. Todas as cavidades apresentavam como característica a largura de 1/3 da distância intercuspídea (figura 4). Após restaurados, todos os espécimes foram armazenados em água deionizada por 72 horas antes de serem testados em uma máquina universal Instron, sendo a força aplicada na estrutura dentária remanescente e não no material restaurador. Os resultados mostraram que dentes hígidos foram mais resistentes à fratura do que os dentes com cavidades. Constatou-se também que os dentes restaurados foram mais resistentes à fratura que dentes preparados e não restaurados (controle negativo). No entanto, não houve diferenças na resistência à fratura entre dentes restaurados com amálgama e resina composta, tanto em preparos com ou sem bisel. Os autores argumentam que, se a técnica de restauração incremental tivesse sido utilizada nos grupos restaurados com resina composta, a resistência poderia ter sido aumentada em relação ao grupo restaurado com amálgama, indicando novas pesquisas que avaliem os métodos de polimerização e o módulo de elasticidade como fatores influenciadores na resistência a fratura da estrutura dentária remanescente.

Figura 4 - Dimensões das cavidades realizadas. Adaptado de JOYNT et al., 1987.

Wendt et al. (1987) realizaram uma pesquisa científica com o intuito de mensurar a resistência à fratura de cúspides de dentes pré-molares superiores, tratados endodonticamente. Noventa e quatro dentes foram divididos em 10 grupos: A) grupo controle (hígido); B) dentes somente com acesso endodôntico; C) dentes com cavidades tipo MOD sem restauração; D) dentes tratados endodonticamente e com cavidades MOD sem restauração; para os grupos seguintes, os dentes foram tratados endodonticamente e confeccionou-se cavidades envolvendo as faces mesial, oclusal e distal e posteriormente restaurados conforme descrito a seguir: E) restaurado com onlay em ouro; F) restaurado com amálgama; G) restaurado com cimento de ionômero de vidro reforçado com prata (sem bisel no ângulo cavo-superficial); H) restaurado com cimento de ionômero de vidro (base) + resina composta (P30 + adesivo Scotchbond) e ângulo cavo-superficial biselado; I) restaurados igual ao grupo anterior e sem bisel no ângulo cavo-superficial; J) e o último grupo, com resina composta P30 + adesivo Scotchbond, e com bisel em todo

limite periférico da cavidade. Todos os dentes foram submetidos à teste de compressão até que ocorresse a fratura. Após a análise estatística dos dados obtidos, os autores mencionam que o grupo restaurado com ouro fundido foi o mais resistente ($E = 3,84\text{MPa}$). Já os grupos restaurados com cimento de ionômero de vidro reforçado com prata e sem bisel ($G = 1,43\text{MPa}$), restaurados com resina composta, tendo como base o cimento de ionômero de vidro e ângulo cavo-superficial biselado ($H = 1,71\text{MPa}$) e restaurados apenas com resina composta e ângulo cavo-superficial também biselado ($J = 1,47\text{MPa}$), tiveram estatisticamente a mesma resistência à fratura que a do grupo controle ($A = 1,50\text{MPa}$). O grupo C apresentou resistência de $1,05\text{MPa}$ (dentes preparados sem restauração), que foi significativamente menos resistente do que o grupo de dentes não preparados ($A = 1,50\text{MPa}$) e os grupos acima mencionados (E, G, H, J). O grupo I ($1,05\text{MPa}$) e o grupo F ($0,91\text{MPa}$) tiveram resultados semelhantes com o grupo C (dentes preparados sem restauração). Os autores concluíram que outros procedimentos, além da restauração metálica fundida (onlay), como as resinas compostas, são considerados métodos apropriados para restaurar dentes tratados endodonticamente, com o objetivo de restabelecer a resistência perdida.

Sheth et al. (1988) investigaram o efeito da contração de polimerização das resinas compostas de uso posterior (Herculite) em relação à sua dimensão e resistência a fratura em dentes pré-molares superiores, utilizando dois tipos de adesivos (Bondlite e Superbond). Utilizaram-se 100 dentes os quais receberam cavidades tipo MOD, sendo que, em 50 delas, a caixa oclusal foi considerada estreita, com $1/3$ da distância intercuspídea, e nas outras 50 cavidades, consideradas extensas, com metade da distância entre cúspides. Formaram-se 5 grupos de 20 dentes, sendo que 10 dentes em cada grupo, apresentavam istmos estreitos e outros 10 dentes com istmos extensos. Esses grupos receberam restaurações em amálgama e resina composta, condicionando ou não esmalte e dentina e variando o adesivo utilizado. Depois de obtido os resultados, os autores concluíram que cavidades mais estreitas apresentaram uma maior resistência quando comparadas as extensas. No entanto não há diferenças significantes entre cavidades restauradas com amálgama ou resina composta, quando o istmo era considerado estreito. Concluíram ainda que restaurações de resina composta,

associadas aos adesivos dentinários em cavidades extensas aumentam significativamente a resistência à fratura de dentes pré-molares.

Hinoura et al. (1988), avaliaram a qualidade marginal das restaurações de resina de baixa e alta viscosidade, além das infiltrações ocorridas associadas a diferentes preparos de cavidades (figura 5). Os autores afirmaram que o bisel é um importante fator para estabelecer uma boa adaptação marginal, mas não existe diferença significativa entre os tipos de resinas compostas utilizadas. Os propósitos do bisel são: remover a camada externa do esmalte, rica em flúor; fornecer maior área de superfície para adesão; expor os prismas de esmalte transversalmente; aumentar a energia livre da superfície do esmalte; e, possibilitar a obtenção de restaurações que irão apresentar menor grau de infiltração marginal.

Figura 5 - Visão oclusal (primeira linha) e corte mesio-distal (segunda linha) de cavidades. Da esquerda para direita: cavidade de Black, sem bisel; cavidade moderna sem bisel; cavidade moderna com bisel; cavidade para restauração adesiva, com bisel. Adaptado de Hinoura et al., 1988.

Wieczkowski et al. (1988) compararam o efeito da técnica incremental e o preenchimento em volume total de cavidades em relação a resistência à fratura de cúspides em dentes enfraquecidos, utilizando duas resinas compostas para dentes posteriores (P-30 e Ful-fil). Os autores observaram que a resina P-30 foi mais eficiente que a Ful-fil em relação à resistência à fratura, tanto aplicada por um único incremento, quanto pela técnica incremental. Além disso, afirmaram que dentes posteriores restaurados com técnica de preenchimento da cavidade de maneira progressiva (técnica incremental), onde a inserção da resina composta foi iniciada a partir das caixas proximais diagonalmente, de forma há se evitar que as superfícies

vestibular e lingual fossem ligadas por um mesmo incremento, são mais resistentes à fratura que aquelas restauradas por um único incremento ou com quantidades volumosas de resina composta.

Baratieri et al. (1989) descreveram que, para a substituição de uma restauração de amálgama Classe II (composta ou complexa) por resina composta, o preparo inicial é delineado apenas pela remoção da restauração existente. A seguir, a cavidade deverá ser complementada com a remoção de manchas cinza que poderão estar presentes, remoção de tecido cariado, arredondamento dos ângulos internos e execução de um bisel. Este bisel é realizado em todo o ângulo cavo-superficial, com exceção feita ao ângulo cavo-superficial gengival e nas regiões onde os contatos cêntricos coincidirem com o ângulo cavo-superficial. O bisel deverá ser realizado com uma ponta diamantada afilada, de modo a formar 45 graus com a superfície externa do esmalte e apresentar, aproximadamente, 0,25 a 0,5 mm de largura. Os propósitos do bisel, segundo os autores são: remover a camada externa do esmalte, rica em flúor, fornecer maior área de superfície para adesão, expor os prismas de esmalte transversalmente, aumentar a energia livre da superfície do esmalte e, finalmente, possibilitar a obtenção de restaurações que irão apresentar menor grau de infiltração.

Dietschi et al. (1989) realizaram um estudo clínico com o intuito de avaliar e comparar, no período de uma semana a nove meses, a performance clínica de quatro diferentes resinas compostas para dentes posteriores (P30, Ful-Fil, Heliomolar, Estilux posterior). Foram realizadas 80 cavidades, divididas em 2 tipos: (1) cavidade para restauração adesiva para dentes não restaurados anteriormente, e (2) cavidades convencionais biselados para a reposição de restaurações metálicas previas. As restaurações foram analisadas utilizando a avaliação macro-fotográfica direta e por meio de réplicas em microscópio eletrônico de varredura. No período de uma semana os resultados não foram estatisticamente diferentes para todos os materiais utilizados. A avaliação macro-fotográfica de 9 meses mostrou uma performance clínica satisfatória para todas as restaurações, apesar de algumas diferenças encontradas entre os materiais na análise microscópica, principalmente relacionada a adaptação marginal, onde a resina P30 apresentou os melhores resultados.

Dentes tratados endodonticamente apresentam uma maior susceptibilidade à fratura. Baseado nesta afirmação, Reeh et al. (1989), avaliaram a utilização de diferentes materiais restauradores em dentes tratados endodonticamente, sob cargas compressivas não destrutivas, com o intuito de determinar técnicas restauradoras alternativas. Compararam dentes íntegros e dentes despolpados que receberam restaurações metálicas fundidas com proteção de cúspide, restauração com amálgama de prata e restaurações com resina composta por meio de condicionamento ácido somente em esmalte ou em esmalte e dentina. Dentre os grupos testados, as restaurações indiretas com proteção de cúspide foram as mais resistentes (2.11 - dureza relativa), resultando em menor deformação que os próprios dentes íntegros (1.00 - dureza relativa). Os dentes restaurados apenas com amálgama sofreram as maiores deformações, equivalentes a uma menor resistência (0.35 – dureza relativa), se comparado aos demais grupos. As restaurações com resina composta, com condicionamento ácido de esmalte e dentina (0.87 – dureza relativa), não diferiram estatisticamente dos dentes íntegros, apesar dos valores terem sido inferiores. Onde se condicionou apenas o esmalte dental (0.51 – dureza relativa), os valores apresentados foram significativamente inferiores às restaurações de resina composta com condicionamento de esmalte e dentina.

Reel e Mitchell (1989) compararam a resistência à fratura de pré-molares superiores restaurados com adesivo em esmalte e adesivo em dentina. Os efeitos do tipo de polimerização (física ou química) e tipo de margem (biselada ou não) também foram avaliados. Todos os espécimes foram submetidos a testes na máquina Instron. Pré-molares com cavidades amplas MOD restaurados com resina composta foram aproximadamente duas vezes mais resistentes do que dentes preparados e não restaurados. O uso de agente adesivo em dentina não aumentou significativamente a resistência à fratura comparada ao grupo onde usou o agente adesivo em esmalte. Os resultados mostraram ainda que, independente do tipo de adesivo utilizado, a resistência à fratura de pré-molares restaurados com resina composta diminuiu pela metade quando comparada aos pré-molares hígidos. Acresce-se ainda que nos dentes que apresentaram os ângulos cavo-superficiais biselados não se constatou aumento da resistência em relação aos dentes não

biselados, assim como o uso de resinas compostas fotopolimerizadas em comparação às quimicamente ativadas.

A utilização da resina composta como material restaurador para cavidades de classe I e II tem se tornado um procedimento comum. A infiltração marginal na margem cervical proximal em restaurações classe II de resina composta continua a ser a maior limitação da aceitação deste material. Apesar de algumas controvérsias, o biselamento do ângulo cavo-superficial tem sido sugerido como uma maneira de aprimorar a adesão nas margens cervicais localizadas em esmalte. Cheung (1990), estudou a eficácia da confecção de bisel nas margens cervicais proximais de cavidades classe II, baseado na morfologia superficial do esmalte condicionado com ácido. Foram confeccionadas cavidades nas superfícies proximais de 10 dentes (5 pré-molares e 5 molares), sendo que metade do comprimento do ângulo cavo-superficial foi biselado (45°) e a outra metade permaneceu-se nítido e sem bisel. As margens das cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 1 minuto, lavadas com água e suavemente secas. As réplicas obtidas foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados parecem suportar a eficácia do biselamento das margens em restaurações classe II de resina composta, já que expõe os prismas de esmalte de forma oblíqua, provendo assim um melhor condicionamento ácido e como consequência uma melhor adesão do material restaurador adesivo.

Liberman et al. (1990) estudaram a resistência das paredes cavitárias em dentes pré-molares por meio de uma força oclusal vertical. Para o desenvolvimento desse estudo utilizaram 30 dentes pré-molares superiores e inferiores, que receberam cavidades tipo MOD e restaurados com amálgama e resina composta. Os resultados mostraram que restaurações de resina composta melhoraram a resistência adesiva entre restauração e as paredes da cavidade em 33% comparada às restaurações de amálgama. O uso de resina composta com bisel no ângulo cavo-superficial da caixa oclusal e proximal, aplicando a técnica de condicionamento ácido e adesivo, aumentou a resistência à fratura das paredes da cavidade em 46,8% comparada com o grupo não restaurado. Os autores concluíram que os dentes preparados e não restaurados são os mais susceptíveis à fratura. Além disso, as restaurações de resina composta posteriores melhoram significativamente a

resistência à fratura das paredes das cavidades por meio de forças verticais, quando comparadas às de amálgama.

Trope e Tronstad (1991) investigaram se a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente aumentava quando estes eram restaurados com cimento de ionômero de vidro, amálgama e resina composta utilizando o cimento de ionômero de vidro como base e também a comparação entre esses materiais e resina composta usada isoladamente. A amostra foi compreendida de 64 dentes pré-molares superiores e inferiores, que tiveram os canais tratados e cavidades tipo MOD preparadas e restauradas com cimento de ionômero de vidro (grupo 1), cimento de ionômero de vidro como base e restauração de amálgama (grupo 2), cimento de ionômero de vidro e restauração de resina composta (grupo 3) e resina composta (grupo 4). Todos os grupos foram submetidos a testes de fratura aplicados na junção dente/restauração, da cúspide vestibular a 150° em relação ao longo eixo. Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo restaurado com cimento de ionômero de vidro e o grupo restaurado somente com resina composta, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre este grupo e os grupos restaurados com amálgama e resina composta, tendo como base o cimento de ionômero de vidro. Os autores concluíram que a resistência à fratura não é aumentada quando se usa cimento de ionômero de vidro. O uso de amálgama e resina composta, tendo como base o cimento de ionômero de vidro, aumenta a resistência à fratura, porém em menor grau quando comparados ao da resina composta utilizada isoladamente.

Ulusoy et al. (1991) realizaram um estudo *in vitro* com o intuito de avaliar a resistência à fratura de pré-molares superiores tratados endodonticamente. Confeccionaram-se restaurações corono-radiculares, envolvendo as cúspides palatinas de pré-molares superiores, utilizando os seguintes materiais restauradores: resina composta de uso posterior (Occlusin), amálgama (Tytin) ou cermet (Chelon-Silver). Depois de realizada as restaurações, os dentes foram testados quanto a sua resistência à fratura e apresentaram os seguintes resultados: grupo controle, formado por dentes hígidos (370lb); restaurados com amálgama (266lb); restaurados com resina composta (215lb) e restaurados com cermet (132lb). Baseado nos resultados apresentados, os autores concluíram que para dentes pré-molares tratados endodonticamente, o cirurgião dentista pode utilizar tanto a técnica adesiva

com resina composta quanto o amálgama para restaurações corono-radiculares definitivas, sendo o cermet contra-indicado nestes casos.

Sedgley e Messer (1992), buscaram encontrar razões para o enfraquecimento de dentes tratados endodonticamente. A amostra do estudo foi constituída de 23 pares de dentes homólogos e, em cada par, havia um dente com tratamento endodôntico realizado há 10 anos e outro dente com vitalidade pulpar, confirmado por testes térmicos e exame da polpa após extração. Estes dentes foram seccionados em diferentes porções para testes de tenacidade, resistência ao cisalhamento, resistência à fratura e teste de microdureza. Avaliaram, também, o efeito da armazenagem nas propriedades físicas, onde obtiveram 8 pares de dentes vitais com coroas íntegras. Destes, um dente de cada par foi avaliado imediatamente após extração e o outro, 3 meses após ter sido armazenado em solução salina, por meio de testes de resistência ao cisalhamento, tenacidade e resistência à fratura. Os resultados mostraram que, em relação à estrutura dentária, não houve diferença estatisticamente significativa entre dentes tratados endodonticamente e dentes vitais em relação aos testes de cisalhamento, tenacidade e fratura. No teste de microdureza os dentes vitais foram 3,5% mais duros em relação aos dentes tratados endodonticamente. No entanto, esta pequena diferença não parece ser clinicamente significativa. Os autores concluem que a perda da vitalidade não traduz em diminuição das propriedades biomecânicas da dentina e sugerem que a perda acumulativa de estrutura dental por cárie, trauma e procedimentos restauradores e endodôntico aumenta a susceptibilidade à fratura.

Hernandez et al. (1994) avaliaram a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente e restaurados com diferentes sistemas adesivos dentinários. Utilizaram para o teste de compressão 60 pré-molares recém-extraídos, divididos em 6 grupos com 10 dentes cada. Foram confeccionadas cavidades MOD, restando uma parede vestibular de 2mm de espessura próximo à face oclusal e com 3mm de espessura na cervical. A profundidade das cavidades coincidiu com o limite amelo-cementário. No primeiro grupo realizaram condicionamento ácido e restauraram com resina composta. No grupo 2, foi realizado condicionamento ácido total, aplicação do agente adesivo All Bond 2 e restauração com a resina composta. Para o grupo 3, foi realizado condicionamento ácido, aplicação do sistema adesivo Prisma Universal Bond 3 e restauração com resina composta. No grupo 4, foi

utilizado condicionamento ácido, sistema adesivo Tenure e a resina composta da mesma marca comercial. Para o quinto grupo, foi utilizado o sistema Prisma Universal Bond 3 e restauração mista de resina modificada por poliácido (Variglass) e resina composta (APH). No último grupo, os dentes foram restaurados com amálgama adesivo, utilizando-se o sistema Amalgabond. Os resultados demonstraram que dentes restaurados com sistemas adesivos hidrófilos e resina composta apresentaram cúspides com maior resistência à deflexão quando comparados àqueles restaurados sem aplicação do sistema adesivo.

Coradazzi et al. (1995) verificaram a resistência à fratura de dentes despulpados, restaurados com diferentes materiais restauradores. Para a realização desse trabalho, os autores utilizaram 112 dentes pré-molares extraídos, onde se confeccionou cavidades tipo MOD com istmo vestibulo-lingual de 3,0mm e remoção do teto da câmara pulpar. Após a realização das cavidades, os dentes foram divididos em 4 grupos de 28 dentes cada. Procedeu-se então a restauração das cavidades da seguinte forma: o grupo 1 foi restaurado com amálgama Dispersalloy após receber duas camadas de verniz cavitário Copalite; o grupo 2 foi restaurado com resina composta Adaptic II P após condicionamento ácido e aplicação de adesivo dentinário Scotchbond II Adhesive; o grupo 3 foi restaurado com o mesmo amálgama do primeiro grupo após aplicação do cimento resinoso Panávia EX, de acordo com as recomendações do fabricante; o grupo 4 serviu como controle, não recebendo nenhuma restauração, permanecendo apenas com a cavidade. Os dentes foram avaliados em duas etapas: a metade de cada grupo, 14 dentes, avaliada após 7 dias e a outra, após 180 dias. Desses 14 dentes de cada grupo, 7 foram submetidos à ciclagem térmica. Todos os espécimes passaram pela compressão numa máquina universal de ensaios a 0,5mm/min. Os resultados mostraram que a restauração de dentes pré-molares despulpados, com grande perda estrutural, empregando amálgama + verniz cavitário não promoveu nenhum tipo de reforço ao remanescente dental. Entretanto, o emprego de agentes adesivos ou cimentos resinosos aumentou a resistência do material restaurador (resina composta e amálgama). Outro fato importante relatado foi que a ciclagem térmica não interferiu na resistência à fratura dos dentes em qualquer das situações testadas. Além disso, em todos os grupos, os valores de resistência à fratura

decreceram em função do tempo, demonstrando que o tempo interfere significativamente na redução da resistência do dente.

Macpherson e Smith (1995) realizaram um estudo *in vitro*, com o intuito de avaliar o efeito de alguns materiais restauradores adesivos no reforço de cúspides enfraquecidas de dentes pré-molares. Os autores utilizaram 155 dentes pré-molares extraídos com finalidade ortodôntica, onde um grupo de 15 dentes íntegros foi utilizado como controle. Outros 140 dentes foram preparados com cavidades tipo MOD, em 5 larguras diferentes de cúspides: 2,25mm, 2,00mm, 1,75mm, 1,50mm e 1,25mm. Destes, 40 dentes, ou seja, 8 dentes para cada largura de cúspide ficaram sem restaurações (controle negativo). Os outros 100 dentes foram restaurados com cimento de ionômero de vidro e resina composta, cimento de ionômero de vidro (cermet) e resina composta, com ou sem agente adesivo. Todos os espécimes foram armazenados em água por 24 horas previamente à aplicação de uma força. Esta incidiu num ângulo de 30° com o longo eixo dos dentes, numa velocidade de 0,1mm/min, na vertente interna da cúspide lingual, por meio de uma esfera utilizando uma máquina Instron. Os resultados mostraram que nenhum tratamento excedeu à média de resistência à fratura de dentes íntegros, embora houvesse um reforço em todos os métodos de tratamento. A combinação da utilização de um cimento de ionômero de vidro como base e a resina composta obtiveram resultados satisfatórios, onde os autores indicam esta técnica como alternativa menos onerosa à proteção de cúspide por meio de restauração indireta ou remoção de cúspides enfraquecidas e restauração pela utilização de coroas.

Ausiello et al. (1997) estudaram a resistência à fratura de dentes pré-molares tratados endodonticamente. Foram realizadas cavidades MOD e posteriormente estas foram restauradas utilizando diversos materiais. A amostra foi dividida em doze grupos de 6 dentes cada. O grupo 1 foi mantido como controle (dentes hígidos), o grupo 2 com cavidades MOD sem restaurações (controle negativo) e os outros grupos (3 ao 12) foram preparados e restaurados. Nos dentes dos grupos 5 ao 12, confeccionou-se um bisel de 0,5mm de largura em todo ângulo cavo-superficial da cavidade. Nos dentes dos grupos 3 e 4, todo esmalte marginal da caixa oclusal foi preparado em junção de topo e a parede gengival das cavidades proximais recebeu acabamento com recortadores de margem gengival. Para restaurar as cavidades foram utilizadas: uma marca de amálgama de prata em

combinação com dois sistemas adesivos (Superbond e Panavia); três marcas de resina composta (Z100, Herculite XRV e Clearfil RP) em combinação com seus respectivos sistemas adesivos; resina composta Z100 em combinação com três marcas de cimento de ionômero de vidro (Ketac Fil, Fugii II e Vitremer); e resina composta Tetric em combinação com o cimento de ionômero de vidro híbrido Compoglass. Após a restauração dos dentes, os espécimes foram submetidos ao teste axial de resistência à fratura utilizando uma máquina Instron (figura 6). Os resultados mostraram que as resinas compostas, em combinação com seus respectivos sistemas adesivos em margens biseladas, forneceram resistência à fratura comparável à dos dentes hígidos. Dois outros métodos restauradores (amálgama adesivo e resina composta + cimento de ionômero de vidro em cavidades biseladas) foram significativamente menos resistentes à fratura do que o grupo dos dentes hígidos, mas ainda mais resistentes do que o grupo de dentes preparados e não restaurados. Os autores concluíram que muitos sistemas restauradores adesivos podem ser utilizados satisfatoriamente para restaurar dentes enfraquecidos após terapia endodôntica.

Figura 6 - Dente preparado e restaurado, submetido ao teste de carregamento oclusal. Adaptado de Ausiello et al., 1997

Holan et al. (1997) avaliaram o efeito do bisel interno em relação à infiltração marginal em restaurações de Classe II de resina composta, utilizando 25 pré-molares extraídos (figura 7). A infiltração foi avaliada pela penetração de corante (fuccina básica), onde 68% dos dentes biselados não apresentaram infiltração, comparado aos 32% em dentes sem bisel, sendo estes valores estatisticamente significantes. Os autores concluem que a confecção de um bisel interno na margem cervical das cavidades de Classe II reduziu a infiltração marginal quando comparado às cavidades convencionais. Entretanto, podem surgir muitas dificuldades durante o preparo do bisel em margens cervicais da caixa proximal e restauração do dente clinicamente: a papila interdental pode vir a sofrer injúrias pela ponta diamantada vindo a sangrar; o agente condicionante pode escoar e causar injúria ao tecido gengival; o fluido gengival pode contaminar e diluir o ácido, reduzindo seu efeito de quelação; os fluidos sulcular e o sangue podem contaminar o esmalte condicionado, comprometendo a retenção do compósito e aumentando a infiltração marginal; a justa adaptação da matriz no esmalte condicionado pode danificar os “tags”; e, além disso, a tira de matriz pode interferir na aplicação do agente de união e o material restaurador.

Figura 7 - Esquema dos preparos cavitários realizados. BJ – ângulo cavo-superficial sem bisel. IB – ângulo cavo-superficial apresentando bisel interno. C – resina composta. D – dentina. E – esmalte. P – polpa. Adaptado de Holan et al., 1997.

Com o intuito de comparar a morfologia da interface dentina/resina em áreas onde os túbulos dentinários estão dispostos perpendicular ou paralelos no ângulo cavo-superficial, Schüpbach et al. (1997) estudaram um sistema adesivo dentinário utilizando microscopia eletrônica de transmissão e um microscópio confocal de fluorescência a laser. O projeto deste estudo incluiu a simulação da pressão hidrostática normal dentro da polpa e nos túbulos dentinários. A orientação dos túbulos dentinários demonstrou grande efeito na formação da camada híbrida. Em áreas com orientação dos túbulos perpendicular, a camada híbrida exibiu $3,2 \pm 0,8\mu\text{m}$ de espessura e $27,2 \pm 0,8\mu\text{m}$ de comprimento de “tags” de resina nos túbulos dentinários, além de cadeias de minúsculos “tags” em suas extensões laterais. Em áreas com orientação paralela dos túbulos, a camada foi significativamente mais fina ($1,3 \pm 0,6\mu\text{m}$) com ausência de “tags” de resina. Baseado nos dados obtidos, os autores concluíram que houve formação de camadas híbridas completamente diferentes na dependência da orientação dos túbulos e/ou na presença de dentina esclerosada. É razoável predizer que as diferenças discutidas acima como a espessura da camada híbrida, a presença de “tags” resinosos sólidos na camada híbrida e a presença de “tags” resinosos em cadeia nos túbulos dentinários e em suas extensões laterais pode contribuir para maior adesão da resina à dentina em áreas com orientação perpendicular dos túbulos.

Secco et al. (1997) realizaram um estudo com o intuito de avaliar a resistência e o tipo de fratura do esmalte suportado pelos materiais restauradores, bem como a influência dessa técnica restauradora na resistência das cúspides dos dentes. Foram utilizados 42 pré-molares humanos, divididos em 6 grupos: dentes hígidos; cavidades Classe II MO; cavidades Classe II MO seguido da remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal; cavidades Classe II MO seguido da remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal, com Ketac Bond como suporte do esmalte; cavidades Classe II MO seguido da remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal e uso do Vitremer como suporte do esmalte; cavidades Classe II MO seguido da remoção da dentina de suporte do esmalte oclusal e uso da resina composta Z100 como suporte do esmalte. Decorrido o período de armazenagem, os 6 grupos foram submetidos ao carregamento axial de compressão em uma máquina de ensaio Instron à velocidade de 1 mm/min, com o auxílio de uma esfera de 5 mm de diâmetro. Os fragmentos dos dentes fraturados também foram examinados em

microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que a remoção da estrutura dental para o preparo de cavidades tipo classe II e a presença de esmalte socavado diminuíram significativamente a resistência das cúspides dos dentes em relação ao dente hígido ($p < 0,01$). Os materiais restauradores utilizados para suportar o esmalte modificaram positivamente o padrão de fratura do esmalte suportado em relação ao sem suporte. Foram responsáveis também pela diminuição do índice de fratura do esmalte oclusal suportado artificialmente, embora não tenham influenciado estatisticamente o valor de resistência à fratura do dente como um todo.

Mondelli et al. (1998) avaliaram o efeito da cobertura de cúspide com o material restaurador amálgama na resistência à fratura de dentes pré-molares superiores sem o teto da câmara pulpar, quando submetidos à carga axial compressiva. Os autores afirmaram que a terapia endodôntica é importante para preservar dentes que, de outro modo, provavelmente, estariam perdidos e que a associação de preparo cavitário tipo MOD e tratamento endodôntico, criam uma situação onde o remanescente cuspidêo deve ser convenientemente protegido para prevenir fraturas sob função oclusal. Os autores utilizaram 30 dentes pré-molares superiores divididos em 3 grupos de 10 dentes cada. O grupo A não recebeu nenhum preparo cavitário (grupo controle), o grupo B recebeu preparo cavitário tipo MOD e remoção do teto da câmara pulpar, e o grupo C recebeu o mesmo tratamento do grupo B, acrescido de redução de 2,0mm de altura das cúspides vestibulares e palatinas (figura 8). Para os grupos B e C, os assoalhos das câmaras pulpares receberam uma camada de cimento de ionômero de vidro, as cavidades receberam duas camadas de verniz de copal e os dentes foram restaurados com amálgama. Os espécimes foram montados em máquina universal de testes e submetidos à carga de compressão axial a 0,5mm/min. Os resultados mostraram que dentes restaurados com proteção de cúspides ($128 \pm 4\text{Kgf}$) apresentaram um significativo decréscimo na resistência à fratura, quando comparados a dentes hígidos ($173 \pm 12\text{Kgf}$). Entretanto, a resistência à fratura foi significativamente aumentada quando comparada aos dentes restaurados sem proteção de cúspide ($47 \pm 8\text{Kgf}$) ao nível de significância de 0,05%. Os autores concluíram que dentes pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com amálgama e proteção de cúspides é uma alternativa imediata às restaurações metálicas fundidas.

Figura 8 - Desenho cavitário para os grupos B e C respectivamente, indicando as dimensões padrão. Adaptado de Mondelli et al., 1998

Durante os últimos 40 anos, pesquisadores têm buscado materiais que atendessem as requisições clínicas exigidas para uma adequada restauração do órgão dental, restaurando sua resistência e coloração original. O uso das resinas compostas diretas vem sendo estudado com este intuito. No entanto, segundo Small (1998) este material não se tornou o material ideal pelo qual o Cirurgião Dentista tem esperado. O autor descreveu em sua revisão de literatura, alguns fatores importantes, tais como a escolha do material e a técnica restauradora para dentes posteriores utilizando a resina composta direta. Apesar da resina composta ter sido empregada por mais de 40 anos, a baixa longevidade tem desapontado muitos clínicos, e as principais razões são a pouca prática no passado, causando incertezas quanto à escolha da técnica restauradora, e também devido à natureza do material e a contração durante a polimerização. O sucesso clínico depende mais do operador do que do material, por isso o profissional deve ser capacitado para a utilização deste tipo de material. O diagnóstico da oclusão do paciente é importante fator para evitar desgaste excessivo e o uso de resina composta direta em dentes posteriores deveria ser limitado a dentes pré-molares.

Segundo Opdam et al. (1998) a confecção de bisel na periferia da cavidade melhora a qualidade marginal das restaurações de resina composta. Entretanto não estava evidente se o bisel teria a mesma influência positiva em pequenas cavidades de Classe II. Utilizaram-se dentes pré-molares superiores, preparados com ou sem bisel na parede cervical. As paredes vestibular e lingual foram também biseladas ou não. Os dentes foram termociclados e imersos em uma solução corante. Após seccionar os espécimes, a penetração do corante nas faces vestibular e lingual foi registrada. Os resultados mostraram que o bisel reduziu a infiltração marginal nestas cavidades. Observaram-se ainda pequenas fraturas de esmalte cervical onde não se confeccionou um bisel. Os autores concluíram que um bisel é recomendado para um ótimo selamento marginal em pequenas cavidades de Classe II para restauração com resina composta.

Katchburian e Arana (1999) realizaram uma revisão sobre a estrutura do esmalte. De acordo com os autores, o esmalte maduro tem a maior parte da sua espessura constituída por unidades estruturais em forma de barras denominadas prismas. As zonas periféricas dessas barras, chamadas regiões interprismáticas, completam a estrutura cristalina do esmalte. Os prismas são barras ou colunas mais ou menos cilíndricas que se estendem desde a estreita camada de esmalte aprismático, que foi depositada ao início da amelogênese, até a superfície externa do esmalte. Entretanto, em algumas regiões superficiais, os prismas são recobertos por esmalte aprismático. Os cristais de hidroxiapatita densamente empacotados dispõem-se seguindo mais ou menos o longo eixo do prisma. No entanto, a exata orientação no sentido longitudinal apenas se mantém na região central do eixo. Deste ponto até a periferia do prisma, a orientação dos cristais muda, mostrando uma inclinação progressiva quanto mais próxima do limite do prisma. A fase mineral do esmalte é constituída por fosfato de cálcio sob a forma de cristais de hidroxiapatita embebidos em uma escassa matriz orgânica em forma de gel, que ocupa apenas 1% do volume total do esmalte. A diferença entre prismas e regiões interprismáticas reside apenas na diferente orientação e disposição dos cristais. Embora os prismas sejam considerados barras com formato cilíndrico, eles não são retilíneos, apresentando leves ondulações ao longo do seu percurso desde as proximidades do limite com a dentina até a superfície externa. O condicionamento ácido provoca no esmalte um desgaste superficial, formando saliências e

reentrâncias. Dessa maneira, formam-se regiões de micro-retenção cuja característica depende da orientação dos prismas.

Ainda no ano de 1999, Steele e Johnson mensuraram a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente e restaurados com amálgama e resina composta, na presença ou ausência de agentes adesivos. A amostra constituiu-se de 56 dentes pré-molares hígidos, divididos em 7 grupos de 8 dentes cada. Os dentes foram submetidos a um teste de compressão, utilizando uma máquina de ensaio universal. Os resultados obtidos mostraram que a maioria dos dentes fraturou nas bases das cúspides vestibular ou lingual. O grupo controle (83,0Kgf) e o de intervenção endodôntica (82,9Kgf) foram semelhantes entre si e mais resistentes que os outros grupos que receberam, além do tratamento endodôntico, cavidades tipo MOD e não restaurados (34,2Kgf); restaurados com amálgama (58,3Kgf); restaurados com adesivo e amálgama (57,9Kgf); com adesivo Scotchbond e resina composta (47,0Kgf) e adesivo 4-META e resina composta (47,2Kgf). Além disso, estes grupos em que se confeccionaram cavidades não apresentaram diferenças, estatisticamente, significantes quando comparados entre si. Os autores concluíram que, apesar das restaurações adesivas serem promissoras, elas não substituem as restaurações com cobertura de cúspide em dentes posteriores.

Carvalho et al. (2000), demonstraram que a resistência à tração do esmalte depende da orientação dos prismas, sendo que as resistências médias observadas foram de $24,7 \pm 9,6\text{MPa}$ e $11,4 \pm 6,3\text{MPa}$ quando o esmalte era submetido a esforços de tração paralelos e perpendiculares ao seu longo eixo, respectivamente. Apesar de ser considerado muito resistente, o esmalte é uma estrutura anisotrópica, ou seja, apresenta características diferentes quando avaliado transversal ou longitudinalmente. Assim, essa resistência pode ser relativa e dependente do tipo e direção do estresse aplicado, bem como da disposição dos prismas de esmalte.

Arola et al. (2001) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o comportamento mecânico e inferir diferenças na resistência à fratura de dentes posteriores restaurados com resina composta e amálgama, comparados à dentes sem restaurações. Para tanto, os autores desenvolveram modelos de elemento finito

para dentes molares sem restauração, e para molares com cavidades MOD e restaurados com resina composta ou amálgama. A localização e a magnitude do principal estresse, resultante das cargas mecânicas e térmicas simultaneamente, foram determinadas para cada dente utilizando uma série de desenhos experimentais. Foi conduzida, posteriormente, uma análise de variância com os componentes do estresse gerado para distinguir a real influência dos parâmetros orais e as restaurações na distribuição do estresse em cada molar avaliado. Os resultados obtidos mostraram que o molar sem restauração foi o que apresentou o maior estresse gerado, localizado na dentina ao longo da parede pulpar. O principal estresse, gerado nas restaurações de resina composta e amálgama ocorreu, em ambas, ao longo do ângulo cavo-superficial. No molar restaurado com amálgama, o principal estresse ocorreu na junção das paredes pulpar e lingual e resultou de grandes cargas oclusais. Apesar das cargas oclusais terem resultado em um pequeno efeito na distribuição do estresse no molar restaurado com resina composta, a baixa temperatura bucal foi responsável pelo maior estresse encontrado neste dente. Os autores concluem que a localização e a orientação do estresse em molares restaurados são amplamente dependentes do material restaurador empregado. Apesar de estudos clínicos reportarem que a fratura dental ocorre predominantemente em dentes restaurados, neste estudo, o dente que não havia restauração foi o que apresentou maior estresse gerado. Afirma-se ainda que a redução da resistência à fratura em dentes posteriores restaurados resulta da mudança do local de estresse máximo, gerado pela mastigação e alteração da temperatura.

Com o objetivo de determinar a resistência à fratura de pré-molares superiores submetidos ao tratamento endodôntico, Takahashi et al. (2001) realizaram um estudo utilizando 40 pré-molares humanos extraídos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos, sendo o grupo 1 de dentes hígidos (grupo controle). Os outros 3 grupos receberam cavidades envolvendo as faces mesial, oclusal e distal, com acesso endodôntico. Os dentes do grupo 2 foram restaurados com resina, sem cobertura de cúspide. O grupo 3 apresentou redução oclusal de 1mm e foram restaurados com resina composta e cobertura de cúspide. Os dentes do grupo 4 não foram restaurados, sendo utilizados como controle negativo. Os corpos de prova foram submetidos à força axial até que ocorresse

fratura, numa máquina de testes em velocidade de 0,381mm/min. Após a realização dos testes, os resultados mostraram que os dentes do grupo 3 (91,7Kgf) apresentaram o maior valor médio de resistência à fratura, com valores significativamente superiores em relação aos do grupo 2 (55,0Kgf) e grupo 4 (25,0Kgf). No entanto não apresentou diferença significativa quando comparado ao grupo 1 (75,2Kgf), os quais apresentavam-se hígidos. Os autores concluíram que a restauração com resina composta direta com cobertura de cúspides pode ser uma alternativa restauradora para dentes pré-molares tratados endodonticamente.

Dalpino et al. (2002) avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta de forma direta e indireta e restaurados com cerâmica de forma indireta. A amostra utilizada foi compreendida de 56 dentes pré-molares, os quais foram divididos em 7 grupos: grupo 1 apresentou dentes hígidos e foi considerado controle do estudo; grupo 2 apresentou cavidades MOD, com amplitude de $\frac{1}{2}$ da distância intercuspídea, ângulos internos arredondados e paredes convergentes; grupo 3 apresentou cavidades MOD, com amplitude de $\frac{1}{2}$ da distância intercuspídea e paredes divergentes; grupo 4 com as mesmas características do grupo 2 e restaurados com resina composta pela técnica direta; grupo 5 e 6 com as mesmas características do grupo 3 e restaurados com resina composta indireta utilizando Artglass e Targis respectivamente. O grupo 7 apresentou as mesmas características do grupo 3 e foi restaurado utilizando uma restauração cerâmica de forma indireta (Express). Os espécimes foram submetidos ao teste de compressão axial em uma máquina de ensaio universal. Os resultados mostraram que os dentes restaurados com resina composta pela técnica direta apresentaram resistência de 76% quando comparados aos do grupo controle (grupo 1). Entretanto, a análise estatística não mostrou diferenças significantes entre o grupo controle e os grupos de dentes restaurados, sejam pela forma direta, quanto pela indireta.

De Freitas et al. (2002) realizaram um estudo objetivando mensurar a resistência à fratura de dentes pré-molares superiores hígidos e restaurados. A amostra da pesquisa compreendeu-se de 30 pré-molares superiores hígidos, divididos em 3 grupos de 10 dentes cada. O grupo 1 foi considerado como controle do estudo; grupo 2 recebeu cavidades MOD e foram restauradas com resina composta; grupo 3 recebeu cavidades MOD e foram restauradas por inlays de

cerômero pela técnica indireta. Após a restauração de todos os dentes, estes foram submetidos a um teste mecânico para avaliar a resistência à fratura. A análise estatística revelou que o grupo 3 (178,8Kgf) apresentou valores significativamente maiores quando comparado ao grupo 1 (120,0Kgf). Além disso, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos 1 e 2 ou entre os grupos 2 e 3. Baseado nestes dados, os autores concluíram que a resistência de dentes restaurados com resina composta não foi significativamente diferente dos dentes hígidos, nem dos dentes que receberam restaurações de forma indireta (cerômeros).

Ikeda et al. (2002) avaliaram o efeito da orientação dos prismas de esmalte na resistência elástica usando dois sistemas adesivos atuais. Segmentos planos da coroa de terceiros molares humanos foram preparados com a orientação dos prismas paralela ou perpendicular à superfície externa. Cada superfície foi tratada com sistema adesivo Clearfil Liner Bond II (LB) ou Single Bond (SB), de acordo com as orientações dos fabricantes, e as resinas compostas AP-X ou Z100 foram aplicadas, respectivamente. As amostras foram armazenadas em água à 37°C por 24 horas e seccionadas para o teste de microtração de resistência adesiva (MTBS). As amostras paralelas receberam força perpendicular ao longo eixo dos prismas e as amostras perpendiculares foram testadas com força paralela ao longo eixo dos prismas (figura 9). A microtração nas amostras paralelas que receberam força perpendicular ao longo eixo dos prismas foi menor do que nas amostras perpendiculares que receberam força paralela ao longo eixo dos prismas. Os autores concluíram que a resistência adesiva da resina ao esmalte dependeu da direção dos prismas de esmalte, indiferentemente do tipo de sistema adesivo. Microfraturas e fendas na interface resina-esmalte poderão ocorrer se o estresse de contração da resina for maior do que a resistência de união da resina à estrutura dentária. A degradação do esmalte pode ser prevenida pelo biselamento das margens para remover prismas fragilizados, polimento tardio e utilização de técnicas de polimerização adequadas.

Figura 9 - Procedimentos de preparação dos espécimes para teste de resistência adesiva. Adaptado de IKEDA et al., 2002.

Oliveira Filho (2002) avaliou a resistência à fratura de pré-molares superiores com cavidades méso-ocluso-distais, remoção do teto da câmara pulpar, simulando tratamento endodôntico e restaurados com resina composta. Para isso foram selecionados 30 dentes pré-molares superiores humanos hígidos, montados em blocos de resina acrílica e divididos em 3 Grupos: Grupo I (controle): dentes hígidos; Grupo II: confecção de cavidades tipo MOD, com largura de 1/2 da distância entre cúspides e profundidade de 4 mm, sem parede axial e remoção do teto da câmara pulpar; Grupo III: cavidades com as mesmas características do Grupo II e redução cuspídea de 2 mm de espessura. Os dentes dos Grupos II e III foram restaurados com sistema adesivo de alta densidade (Prime & Bond NT e SureFil – Dentsply), seguindo as recomendações do fabricante. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 36 horas a 37°C e submetidos ao carregamento axial de compressão em velocidade de 0,5 mm/min, com o posicionamento de uma esfera de 8,0 mm de diâmetro, apoiada nas vertentes internas das cúspides vestibular e palatina, até a fratura do conjunto. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, demonstrando não haver diferença, estatisticamente significativa, entre os dentes hígidos ($151,4 \pm 55,32$ Kgf) e dentes restaurados com proteção de cúspides ($141,9 \pm 30,82$ Kgf); já os dentes restaurados

sem proteção de cúspide ($60,5 \pm 12,61$ Kgf) foram significativamente menos resistentes que os demais. O autor concluiu que dentes com remoção do teto da câmara pulpar, restaurados com resina composta e proteção cuspídea apresentaram resistência à compressão semelhante aos dentes hígidos.

Silva e Souza Júnior et al. (2002) recomendaram instrumentos rotatórios apropriados para o preparo de cavidade em dentes posteriores para restaurações adesivas diretas. Os instrumentos idealmente empregados fazem com que a cavidade apresente convergência das paredes circundantes para oclusal, além dos ângulos internos serem acentuadamente arredondados. Essas características favorecem principalmente a boa adaptação do material restaurador, aumento da área adesiva, distribuição mais homogênea dos esforços e maior espessura de material restaurador na área das margens da cavidade. O ângulo cavo-superficial não deve ser biselado, pois a extensão da cavidade seria aumentada, expondo maior superfície de restauração aos contatos oclusais e, o que é mais crítico, o material restaurador teria uma espessura delgada na área do bisel, favorecendo a degradação mais rápida dessa região da restauração. Outro aspecto ainda desfavorável seria a dificuldade do operador em dar acabamento e polimento na restauração, devido à semelhança entre material restaurador e estrutura de esmalte.

Mondelli et al. (2004) descreveram que ao preparar uma cavidade em um dente para receber uma restauração adesiva direta, deve-se respeitar o princípio da máxima preservação dos tecidos dentários. O formato cavitário depende da extensão da lesão de cárie e/ou da geometria da restauração a ser substituída. Embora as extensas restaurações adesivas diretas possam ter potenciais desvantagens se usadas como rotina, realisticamente na prática diária a profissão necessita oferecer um tratamento estético alternativo que, apesar de representar um compromisso clínico sério devido ao risco, pode prestar um grande serviço ao paciente. Frequentemente, os pacientes não dispõem de recursos financeiros para pagar procedimentos restauradores mais prolongados ou permanentes, ou apresenta condições dentárias, periodontais e até gerais que dificultam e oneram sua elaboração. Em tais situações, restaurações adesivas extensas e volumosas podem e devem ser usadas algumas vezes, como uma alternativa razoável, quando opções mais permanentes não forem possíveis ou realísticas. Todavia, os pacientes devem ser esclarecidos e informados das possíveis limitações dessas restaurações,

especialmente do possível desgaste e o aumento do potencial de instalações de lesões de cárie secundária. As lesões extensas nos dentes posteriores podem condicionar duas formas geométricas básicas de cavidade para as restaurações adesivas diretas: (1) cavidade convencional biselada e (2) cavidade convencional modificada por redução e cobertura cuspídea. O acabamento das margens nas cavidades convencionais biseladas é determinado de acordo com o local da cavidade. Na caixa oclusal a determinação de um bisel chanfrado mais largo (0,5 a 0,6 mm) pode auxiliar tanto no aumento da retenção do material restaurador adesivo quanto no possível reforço da estrutura dentária enfraquecida pela ação de esplintagem oferecida pela ligação adesiva. Tecnicamente esse chanfrado pode ser determinado com a ponta diamantada de granulometria extrafina nº 3118 FF da K.G. Sorensen. Na caixa proximal as margens estão mais acessíveis devido à extensão da lesão de cárie primária ou pela exposição prévia dessas margens pela restauração a ser substituída. Por essas razões, as margens proximais são biseladas de forma côncava ou chanfrada com a ponta diamantada em forma de chama (nº 1111FF da K.G. Sorensen), de granulometria extrafina, girando em baixa velocidade. A largura e profundidade da base côncava desse bisel chanfrado não necessitam ter as mesmas dimensões daquele determinado nas margens oclusais, podendo caracterizar um chanferete com 0,25 mm de largura. Daí a razão empregar uma ponta diamantada com diâmetro equatorial menor do que a ponta diamantada nº 3118. Os prismas de esmalte nessas paredes estão orientados longitudinalmente no sentido axioproximal e por isso necessitam ser biselados para um ataque ácido e adesão mais efetivos. A maioria das cavidades cuja largura vestibulo-lingual no segmento oclusal fica estabelecida com 1/2 da distância intercuspídea apresenta também extensão cervical próxima ou além da junção esmalte-cimento. O tratamento para essas duas situações, presença de camada mínima de esmalte e total ausência, seria: para o primeiro caso, apenas refinar o ângulo cavo-superficial com recortadores de margem gengival, para eliminar prismas fragilizados, tomando bastante cuidado para não eliminar essa mínima camada; na ausência de esmalte, a parede de cimento/dentina ou somente dentina receberia um bisel côncavo para tornar o término da cavidade ou o ângulo cavo-superficial nítido e uniforme nessa região de difícil acesso.

Soares et al. (2004) avaliaram o efeito do tratamento endodôntico e restauração de resina composta na resistência à fratura de pré-molares superiores humanos com cavidades mésio-ocluso-distal (MOD). Cinquenta pré-molares hígidos com dimensões semelhantes foram selecionados, incluídos em resina de poliestireno reproduzindo o ligamento periodontal e então divididos aleatoriamente em 5 diferentes grupos (n=10): G1 – dentes hígidos (controle); G2 – cavidade MOD; G3 – cavidade MOD restaurada com resina composta Z250 (3M ESPE); G4 – cavidade MOD e tratamento endodôntico; G5 – cavidade MOD, tratamento endodôntico e restaurada com resina composta. Os corpos-de-prova foram submetidos a carregamento axial de compressão em máquina de ensaio universal (EMIC), com velocidade de 0,5 mm/minuto até a fratura. Os padrões de fratura foram analisados em 5 níveis. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$), em seguida o grupo de dentes hígidos foi retido, e então foi empregado análise fatorial (2x2) e teste de Tukey. Os resultados foram (Kgf) G1: $83,6 \pm 25,4a$; G2: $52,7 \pm 20,2b$; G3: $82,1 \pm 40,9a$; G4: $40,2 \pm 14,2b$. Dentro das limitações deste estudo, os autores concluíram que a resina composta conseguiu recuperar a resistência de dentes com cavidades MOD ou que sofreram tratamento endodôntico.

França et al. (2005) objetivaram-se, por meio de um estudo, verificar a resistência à fratura de dentes com cavidades amplas e restauradas com resina composta, utilizando diferentes técnicas incrementais de inserção do material restaurador na cavidade. Quarenta pré-molares foram divididos em 4 grupos, os quais receberam cavidades de Classe II MOD, com istmo de 1/3 das distância intercuspídea. Os dentes do grupo 1 não foram restaurados. O grupo 2 foi restaurado em três incrementos verticais. Os espécimes do grupo 3 foram restaurados em três incrementos horizontais. Os dentes do grupo 4 foram restaurados em três incrementos de forma oblíqua. As restaurações foram realizadas utilizando o sistema adesivo Single Bond e resina composta P60, seguindo as recomendações dos fabricantes. Os espécimes foram avaliados em relação à resistência à fratura em uma máquina de ensaios universal. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. Apenas o grupo 1 obteve os menores valores de resistência à fratura. Baseado na análise estatística aplicada, os grupos 2, 3 e 4 não diferiram nos valores de resistência obtidos. O

estudo mostrou que as técnicas incrementais não influem na resistência a fratura de dentes pré-molares restaurados com resina composta.

Ozgünaltay e Görücü (2005) avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta utilizando ou não uma base de compósito fluido. Trinta e seis dentes molares, hígidos foram utilizados neste estudo. Confeccionaram-se duas cavidades em cada dente, do tipo slot vertical, envolvendo as faces mesial-oclusal e distal-oclusal. Os dentes, após a realização das cavidades, foram divididos em 3 grupos. Procedeu-se então a restauração das cavidades, onde um dos lados de cada dente foi restaurado apenas com resina composta, e o outro lado restaurado com a mesma resina composta, tendo como base uma resina fluida. As cristas marginais das restaurações foram submetidas ao carregamento axial, utilizando uma maquina de teste Instron, até que ocorresse a fratura. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos restaurados com resina composta, com ou sem a utilização de uma base cavitária.

Santos e Bezerra (2005) avaliaram a resistência à fratura de dentes pré-molares restaurados utilizando duas técnicas restauradoras: direta e indireta. Quarenta pré-molares foram divididos aleatoriamente em 4 grupos: grupo 1 foi utilizado como controle do estudo; grupo 2 recebeu cavidade de Classe II (MOD), associado à terapia endodontica, mas não foram restauradas; grupo 3 recebeu cavidade MOD e restaurada com resina composta pela técnica direta; e o grupo 4, cavidade MOD e restaurada com inlay cerâmica pela técnica indireta. Os espécimes foram submetidos ao teste de compressão axial até que ocorressem as fraturas dos mesmos. A análise estatística dos resultados obtidos mostrou que a realização de cavidades enfraquece significativamente a estrutura dentária remanescente. Além disso, foi possível concluir que as restaurações adesivas, tanto pela técnica direta, quanto pela indireta devolveu parcialmente a resistência do dente perdida pela confecção de cavidades extensas.

Gervásio (2006), avaliou a resistência à fratura de pré-molares enfraquecidos com cavidades amplas, com e sem a confecção de bisel nas margens, restaurados com resina composta. Quarenta pré-molares superiores humanos hígidos foram divididos em 4 grupos: G1: dentes hígidos; G2: dentes com cavidades tipo MOD com remoção do teto da câmara pulpar e bisel côncavo de

aproximadamente 0,5 mm de extensão em todo ângulo cavo - superficial; G3: dentes com cavidades tipo MOD, remoção do teto da câmara pulpar e restaurados com resina composta; G4: dentes com cavidades tipo MOD, remoção do teto da câmara pulpar, bisel côncavo de aproximadamente 0,5 mm de extensão em todo ângulo cavo - superficial e restaurados com resina composta. Os dentes dos G3 e G4 foram restaurados pelo sistema restaurador adesivo Filtek Supreme (3M ESPE) na forma direta utilizando o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use (3M ESPE) seguindo as recomendações do fabricante. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada por um período de 7 dias em temperatura ambiente, montados em blocos de resina acrílica e submetidos ao carregamento axial de compressão em velocidade de 0,5mm/min, com o posicionamento de um cilindro de aço de 8mm de diâmetro, apoiado nas vertentes internas das cúspides vestibular e palatina, até a fratura do conjunto. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, demonstrando que os valores do grupo de dentes hígidos ($282,6 \pm 211,3\text{Kgf}$) foram significativamente mais elevados do que os obtidos com os outros três grupos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dentes não restaurados ($65,5 \pm 29,3\text{Kgf}$) e dentes com restauração sem bisel ($64,2 \pm 40,8\text{Kgf}$); já os valores do grupo com restauração, com bisel ($87,6 \pm 59,8\text{Kgf}$), foram significativamente mais elevados do que estes. O autor conclui que o biselamento das margens da cavidade pode melhorar a resistência à fratura de pré-molares extraídos com cavidades extensas restaurados com resina composta, em relação às cavidades não biseladas.

Com o intuito de mensurar a resistência à fratura de dentes pré-molares restaurados com diferentes técnicas, Sagsen e Aslan (2006) realizaram uma pesquisa, *in vitro*, utilizando 120 dentes, os quais foram divididos em 6 grupos. O grupo 1 foi constituído de dentes hígidos. O grupo 2 apresentou dentes com acesso endodôntico. O grupo 3 recebeu cavidades MOD, os canais foram obturados, mas as cavidades permaneceram sem restauração. Os grupos 4, 5 e 6 foram preparados de forma semelhante ao grupo 3, no entanto foram restaurados com amálgama convencional, amálgama adesivo e resina composta respectivamente. Após a confecção das cavidades e restauração das mesmas, procedeu-se o teste de resistência à fratura por meio de uma força vertical aplicada nos espécimes. Os resultados mostraram que o grupo restaurado com amálgama convencional apresentou valores significativamente menores quando comparado aos grupos com

restaurações adesivas. Os autores não encontraram diferença significativa entre o grupo restaurado com amálgama adesivo e o grupo restaurado com resina composta.

Siso et al. (2007), realizaram um estudo objetivando comparar a resistência à fratura de dentes restaurados utilizando resina composta. A amostra utilizada foi compreendida de 80 dentes pré-molares extraídos, os quais foram divididos aleatoriamente em oito grupos. O grupo 1 foi considerado como controle. Para os grupos de 2 a 8, os dentes receberam cavidades de Classe II (MOD) e tiveram os condutos radiculares obturados. O grupo 2 permaneceu sem restauração. Os grupos 3 e 4 foram restaurados utilizando um adesivo de passo único e resina composta, sendo que o grupo 4 recebeu ainda uma pequena camada de resina composta fluida como base. O grupo 5 foi restaurado de forma semelhante ao grupo 3, utilizando, no entanto, um adesivo de dois passos. O grupo 6 foi restaurado de maneira semelhante ao grupo 5, utilizando uma resina composta com matriz orgânica diferente. Os grupos 7 e 8 receberam pinos de vidro e zircônio respectivamente, e foram restaurados de forma semelhante aos dentes do grupo 5. Procedeu-se o carregamento oclusal utilizando uma máquina de ensaio universal, até que a fratura ocorresse. Baseado nos resultados obtidos, os autores concluíram que a utilização de restaurações adesivas de resina composta, com ou sem a utilização de pino intracanal, aumentou a resistência à fratura de dentes pré-molares tratados endodonticamente. Além disso, a utilização de uma resina composta fluida como base, não aprimorou os valores de resistência dos dentes avaliados.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo tem como objetivo testar as seguintes hipóteses:

1) Hipótese nula de que não há diferença entre os diversos tipos de tratamento do ângulo cavo-superficial (com ou sem bisel) em relação à resistência e ao padrão de fratura de dentes restaurados com resina composta, sem envolvimento pulpar.

2) Hipótese nula de que não há diferença entre os diversos tipos de tratamento do ângulo cavo-superficial (com ou sem bisel) em relação à resistência e ao padrão de fratura de dentes com envolvimento pulpar (remoção do teto da câmara pulpar) e restaurados com resina composta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia foi estabelecida com base na literatura revisada, por meio de testes preliminares e planejamento estatístico. Esta pesquisa foi enviada para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB-USP), sendo seu parecer favorável à aprovação e execução.

4.1 SELEÇÃO E DIVISÃO DA AMOSTRA

Foram utilizados 90 dentes pré-molares superiores humanos hígidos, extraídos por motivos ortodônticos ou problema periodontal, na clínica de cirurgia da Universidade Paulista (UNIP - Bauru). Estes dentes foram armazenados, logo após a extração, em um recipiente contendo solução fisiológica a 0,9% e 0,1% de cristais de timol (SHETH et al., 1988; AUSIELLO et al., 1997).

Após a limpeza com o auxílio de curetas periodontais tipo Gracey (DUFLEX – S. S. WHITE), os dentes foram examinados com uma lupa (LACTONA, USA), apresentando quatro vezes de aumento e, quando presente macrotrincas e/ou defeitos estruturais, eram descartados.

Os dentes foram numerados aleatoriamente de 1 a 90. Com a finalidade de utilizar dentes com dimensões semelhantes e obter maior homogeneidade entre os grupos, as dimensões vestibulo-linguais das coroas foram determinadas com auxílio de um paquímetro e posteriormente classificadas em ordem crescente.

A distribuição dos dentes nos nove grupos a serem avaliados foi realizada utilizando a ordem crescente de tamanho, ou seja, realizou-se o sorteio dos nove menores dentes, um para cada grupo, e assim sucessivamente, até que os mesmos fossem completados.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Com o intuito de avaliar a resistência à fratura de dentes pré-molares, estes foram divididos em nove grupos, de acordo com o tratamento a ser realizado (figura 10).

GRUPO 1	Dentes hígidos (grupo controle).
GRUPO 2	Dentes com cavidades e não restaurados (controle negativo I).
GRUPO 3	Dentes com cavidades, apresentando todo o ângulo cavo-superficial nítido e sem bisel e restaurados com resina composta.
GRUPO 4	Dentes com cavidades, apresentando todo o ângulo cavo-superficial biselado (côncavo) e restaurados com resina composta.
GRUPO 5	Dentes com cavidades, apresentando o ângulo cavo-superficial da porção oclusal biselado (côncavo) e restaurados com resina composta.
GRUPO 6	Dentes com cavidades, remoção do teto da câmara pulpar e não restaurados (controle negativo II)
GRUPO 7	Dentes com cavidades, remoção do teto da câmara pulpar, apresentando todo o ângulo cavo-superficial nítido e sem bisel e restaurados com resina composta.
GRUPO 8	Dentes com cavidades, remoção do teto da câmara pulpar, apresentando todo o ângulo cavo-superficial biselado (côncavo) e restaurados com resina composta.
GRUPO 9	Dentes com cavidades, remoção do teto da câmara pulpar, apresentando o ângulo cavo-superficial da porção oclusal biselado (côncavo) e restaurados com resina composta.

Figura 10 - Divisão por grupo dos dentes a serem avaliados de acordo com os diferentes tipos de tratamento.

4.3 PREPAROS CAVITÁRIOS

Após a divisão dos grupos, os dentes receberam preparos cavitários diferentes para cada grupo.

Os dentes do grupo 1 apresentaram-se hígidos, sem a confecção de cavidades, servindo como grupo controle do estudo.

Os dentes dos grupos 2 a 9 foram preparados para receber restaurações de resina composta de Classe II, de acordo com a classificação artificial de Black, envolvendo as faces mesial, oclusal e distal (MOD).

Estas cavidades foram preparadas utilizando brocas carbide nº 245 (Maillefer – Suíça) girando em alta velocidade e sob refrigeração ar/água, por meio de uma turbina de alta rotação (Dabi Atlante), sendo substituídas a cada cinco cavidades preparadas.

Para os dentes dos grupos 2 a 5, as cavidades apresentavam as seguintes características:

- Paredes vestibular e lingual convergentes para oclusal;
- Parede pulpar plana e perpendicular ao eixo longitudinal do dente;
- Parede axial plana e convergente para oclusal;
- Parede gengival plana e paralela à parede pulpar;
- Ângulos internos arredondados.

A caixa proximal apresentou o formato auto-retentivo da broca 245. Após a preparação das cavidades de acordo com as características propostas, estas foram submetidas ao acabamento interno de suas paredes, utilizando a mesma broca agora em baixa velocidade.

Além dessas características propostas, as cavidades apresentavam dimensões pré-definidas, com o intuito de padronizar a amostra a ser utilizada (figura 11):

- Parede pulpar com profundidade de 2mm e largura vestibulo-lingual de $\frac{1}{3}$ da distância intercuspídea;
- Parede axial com 2mm de altura;
- Parede gengival com largura áxio-proximal de 1,5mm e vestibulo-lingual de $\frac{1}{3}$ da dimensão vestibulo-lingual.

Figura 11 - Dimensões pré-definidas das cavidades preparadas

Todas essas medidas foram confirmadas com o auxílio de uma sonda periodontal milimetrada. Deve-se levar em conta que toda a cavidade, inclusive as caixas proximais, apresentou o ângulo cavo-superficial determinado em esmalte. Se porventura ocorresse a exposição de tecido dentinário na periferia do preparo, este dente era descartado e substituído.

Para os dentes dos grupos 6 a 9, além das características acima propostas, apresentavam parede pulpar com profundidade de 4mm, conseqüentemente sem paredes axiais, e tiveram o remanescente do teto da câmara removido com uma broca esférica nº 4 (Maillefer – Suíça), simulando a abertura coronária de um tratamento endodôntico.

4.4 TRATAMENTO DO ÂNGULO CAVO-SUPERFICIAL

Os dentes dos grupos 2, 3, 6 e 7 apresentavam o ângulo cavo-superficial nítido e sem bisel.

Para os grupos 4 e 8 o ângulo cavo-superficial foi biselado de forma côncava (MONDELLI et al., 2006), em toda a área periférica da cavidade depois de preparada, com o auxílio de uma ponta diamantada nº 1111 (em baixa-rotação), apresentando extensão de aproximadamente 0,5mm.

Os grupos 5 e 9 apresentaram o ângulo cavo-superficial biselado de forma côncava (MONDELLI et al., 2006), com extensão de aproximadamente 0,5mm somente na porção oclusal da cavidade preparada, com o auxílio de uma ponta diamantada nº 1111 em baixa-rotação.

4.5 RESTAURAÇÃO DAS CAVIDADES

Após o preparo de todas as cavidades, incluindo os diferentes tratamentos do ângulo cavo-superficial, os dentes dos grupos 3, 4, 5, 7, 8 e 9 foram submetidos à profilaxia, utilizando escova Robson, e posteriormente restaurados pelo sistema restaurador adesivo (Esthet X - Dentsply) na forma direta.

Todas as paredes de esmalte (incluindo os biseis) e dentina foram condicionadas utilizando ácido fosfórico a 35% na forma de gel (Dentsply), sendo por

30 segundos o esmalte e 15 segundos a dentina. A seguir, o dente foi lavado com jatos de água por 30 segundos e seco utilizando papel absorvente. Posteriormente, com o auxílio de aplicadores descartáveis (KG Brush - KG Sorensen), o sistema adesivo (Prime&Bond NT - Dentisply) foi aplicado (duas camadas), em todas as paredes da cavidade, em esmalte e dentina, inclusive os biseis. Aplicou-se um leve jato de ar por 5 segundos, para que evaporasse o solvente, e em seguida procedeu-se a fotopolimerização do mesmo por 10 segundos em cada face do dente.

Aplicaram-se incrementos de resina composta com auxílio de uma espátula metálica, intercalados por fotopolimerização de 40 segundos. A inserção foi iniciada a partir das caixas proximais, seguindo a técnica incremental descrita por Wieczkowski et al. (1988), onde a resina era inserida diagonalmente, de forma a evitar que as superfícies vestibular e lingual fossem ligadas por um incremento (figura 12).

Figura 12 - Técnica incremental de restauração das cavidades preparadas

O aparelho de luz fotopolimerizadora utilizado foi o 3M XL 3000, apresentando uma potência de $540\text{mW}/\text{cm}^2$. A luz foi posicionada o mais próximo

possível do incremento inserido, sem tocá-lo, por vestibular e por lingual, dependendo da posição da camada aplicada. Após o término da restauração, foi realizada a complementação da polimerização pela aplicação de luz por mais 40 segundos, por mesial, distal e oclusal. Os excessos de resina composta foram removidos com uma lâmina de bisturi nº 12.

As amostras foram armazenadas por um período de 12 horas em água destilada, em temperatura ambiente de $\pm 23^{\circ}\text{C}$. As restaurações receberam acabamento e polimento com pontas diamantadas 3118/1190 F e FF (KG Sorensen) e abrasivos de silicone Viking amarelo e branco (KG Sorensen) associados ao gel lubrificante para resina composta (ONO, 1999).

4.6 INCLUSÃO DOS DENTES

Para a inclusão dos dentes, foram obtidos cilindros de PVC com 20mm de diâmetro e 30mm de altura. Resina de poliestireno autopolimerizável manipulada na proporção de 100ml de resina para 2ml de catalisador foi vertida dentro dos cilindros, após fixá-los com cera utilidade em uma base plana de fórmica para que, quando colocada a resina, a mesma não extravasasse pela abertura inferior.

Após a polimerização da resina o tubo de PVC foi removido obtendo-se o cilindro de resina. Este foi levado ao torno mecânico para planificar as bordas de forma paralela ao solo e confeccionar um orifício central de 10mm de diâmetro e 18mm de comprimento. Utilizou-se uma haste metálica para posicionar o dente dentro do orifício para que o plano intercuspídeo fosse fixado paralelo à base do cilindro. Resina acrílica incolor quimicamente ativada (Jet – Clássico) foi vertida dentro do orifício do cilindro e então o dente foi incluído conforme o prévio posicionamento a 2mm aquém do limite amelo-cementário, altura onde se encontra normalmente a margem óssea alveolar (REEH et al., 1990). Após a polimerização da resina o conjunto foi armazenado em água destilada por um período de 7 dias em temperatura ambiente.

4.7 TESTE DE RESISTÊNCIA À FRATURA

Após este período procederam-se os ensaios de carregamento axial de compressão, realizados em uma máquina de ensaios Universal (Emic) DL 2000, com célula de carga de 500Kgf, regulada a uma carga máxima de 450Kgf, com uma leitura mínima de 0,05Kgf de precisão. A aplicação da força de compressão foi realizada utilizando-se um cilindro de aço de 8mm de diâmetro, acoplado a uma haste medindo 13cm de comprimento, a uma velocidade de 0,5mm/minuto, e posicionado numa angulação de 90° com o plano intercuspídeo.

Foram confeccionados nichos nas vertentes internas das cúspides, utilizando uma ponta montada de óxido de alumínio, com formato cilíndrico de 8mm de diâmetro, para promover uma melhor adaptação do cilindro de aço, evitando seu deslizamento e melhor direcionamento da força. A ponta ativa que sustentava o cilindro metálico foi ajustada no centro da superfície oclusal das amostras. Por meio da verificação com o auxílio de uma lupa, de que há o contato em ambas as cúspides, e sem que haja carga, a máquina Emic foi acionada. O teste transcorreu com a aplicação de uma carga axial até que ocorresse a fratura do corpo de prova. Um computador que contém um programa específico, acoplado à máquina de ensaios, registrou os valores da carga aplicada no momento da fratura.

4.8 PADRÃO DE FRATURA

Em cada espécime testado quanto à resistência à fratura, avaliou-se o padrão de fratura após o ensaio de carregamento oclusal. Os espécimes foram classificados de acordo com dois padrões distintos: (1) fratura oblíqua ou (2) fratura no longo eixo do dente.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a realização dos testes, os dados coletados foram submetidos à avaliação estatística por meio da análise de variância (ANOVA) a um critério, a nível de significância de 5%, com o intuito de verificar estatisticamente se houve diferença significativa entre os grupos. Para analisar individualmente e comparar os grupos aos pares aplicou-se o teste de Tukey Kramer, com nível de significância de 5%. A fim de facilitar a interpretação dos dados e sua discussão, dividiram-se os grupos de acordo com o comprometimento pulpar ou não do dente. Assim, procedeu-se uma análise estatística comparando os grupos 1 a 5 e posteriormente os grupos 1, 6, 7, 8 e 9.

Foi calculada, também, utilizando uma análise descritiva, a porcentagem relativa aos padrões de fratura ocorridos em cada grupo avaliado.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 DENTES NÃO TRATADOS ENDODONTICAMENTE

Os valores médios de resistência à fratura e desvio-padrão referentes aos grupos de dentes pré-molares, sem intervenção endodôntica (sem remoção do teto da câmara pulpar), estão referenciados na Tabela 1. Observou-se que a média para a resistência à fratura variou de 95,60Kgf (grupo 2) a 252,41Kgf (grupo 1). Já os valores de desvio-padrão variaram de 11,20Kgf (grupo 4) a 43,50Kgf (grupo 5).

Tabela 1 - Valor médio de resistência à fratura e desvio-padrão para grupos de dentes sem intervenção endodôntica

GRUPO	MÉDIA (Kgf)	DESVIO PADRÃO (Kgf)
Grupo 1	252,41	24,08
Grupo 2	95,60	26,66
Grupo 3	136,53	11,62
Grupo 4	213,55	11,20
Grupo 5	174,04	43,50

Os valores médios de resistência à fratura obtidos (Kgf) estão ilustrados na figura 13.

Figura 13 - Representação gráfica dos valores médios de resistência à fratura para dentes sem intervenção endodôntica

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) a um critério, a nível de significância de 5%, com o intuito de verificar estatisticamente se houve diferença significativa entre os grupos. Os resultados obtidos estão contidos na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise de variância (ANOVA) a um critério, utilizando nível de significância de 5%, para grupos de dentes sem intervenção endodôntica

	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO DAS MÉDIAS	F	PROBABILIDADE
ENTRE GRUPOS	108327,40	4	27081,85	40,39	0,000*
INTRA-GRUPOS	20786,52	31	670,53		
TOTAL	129113,92	35			

Baseado nos resultados apresentados na Tabela 2, constatou-se que houve diferença significativa entre os grupos estudados, quando considerados os diferentes tratamentos do ângulo cavo-superficial (variável independente) e a resistência à fratura obtida (variável dependente).

Para analisar individualmente e comparar os grupos aos pares, aplicou-se o teste de Tukey Kramer, com nível de significância de 5%. Os resultados estão contidos na Tabela 3, onde é apresentada a diferença entre os grupos, valor crítico para ser considerado significativo ou não e sua interpretação aos pares.

Tabela 3 - Comparação dos grupos aos pares, de dentes sem intervenção endodôntica, utilizando o teste de Tukey Kramer, a nível de significância de 5%

COMPARAÇÃO	DIFERENÇA	VALOR CRÍTICO	INTERPRETAÇÃO
Grupo 1 x Grupo 2	156,81	40,08	SIGNIFICANTE
Grupo 1 x Grupo 3	115,89	40,08	SIGNIFICANTE
Grupo 1 x Grupo 4	38,86	38,81	SIGNIFICANTE
Grupo 1 x Grupo 5	78,37	40,08	SIGNIFICANTE
Grupo 2 x Grupo 3	40,93	40,08	SIGNIFICANTE
Grupo 2 x Grupo 4	117,95	38,81	SIGNIFICANTE
Grupo 2 x Grupo 5	78,44	40,08	SIGNIFICANTE
Grupo 3 x Grupo 4	77,02	38,81	SIGNIFICANTE
Grupo 3 x Grupo 5	37,51	40,08	NÃO SIGNIFICANTE
Grupo 4 x Grupo 5	77,02	38,81	SIGNIFICANTE

Os resultados revelam que, para todos os grupos avaliados, houve diferença significativa na resistência à fratura quando comparados aos pares, menos entre os grupos 3 e 5, apesar da diferença ter se aproximado do valor crítico.

Com relação ao padrão de fratura encontrado nos grupos sem tratamento endodôntico, estão relacionados na Tabela 4.

Tabela 4 - Padrão de fratura para grupos de dentes sem tratamento endodôntico

GRUPO	PADRÃO DE FRATURA	
	LONGO EIXO	OBLIQUO
Grupo 1	50%	50%
Grupo 2	*	*
Grupo 3	80%	20%
Grupo 4	0%	100%
Grupo 5	10%	90%

Para o controle negativo, tanto em dentes tratados endodonticamente quanto aos não tratados, o padrão de fratura obtido foi de impraticável classificação devido sua variabilidade na forma como ocorria. Em relação aos outros grupos, é notável a inversão do padrão de fratura em dentes restaurados sem bisel no ângulo cavo-superficial (grupo 3) quando comparado aos grupos com bisel, tanto em toda a cavidade (grupo 4) quanto somente na porção oclusal (grupo 5).

5.2 DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE

Os valores médios de resistência à fratura e desvio-padrão referentes aos grupos de dentes pré-molares com intervenção endodôntica (remoção do teto da câmara pulpar) estão referenciados na Tabela 5. Observou-se que a média para a resistência à fratura variou de 77,59Kgf (grupo 6) a 252,41Kgf (grupo 1). Já os valores de desvio padrão variaram de 13,05Kgf (grupo 7) a 30,17Kgf (grupo 9).

Tabela 5 - Valor médio de resistência à fratura e desvio-padrão para grupos de dentes com intervenção endodôntica

GRUPO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Grupo 1	252,41	24,08
Grupo 6	77,59	16,43
Grupo 7	95,54	13,05
Grupo 8	126,51	19,88
Grupo 9	100,00	30,17

É importante salientar que, tanto para dentes tratados quanto para dentes não tratados endodonticamente, os grupos onde foi confeccionado bisel somente na porção oclusal (grupos 5 e 9) apresentaram os maiores valores relacionados ao desvio padrão. Este fato se repete quando relacionados aos grupos controle negativo (grupos 2 e 6), onde apresentaram os menores valores de resistência à fratura tanto para dentes tratados quanto para dentes não tratados endodonticamente.

O grupo 1 foi utilizado como controle positivo tanto para dentes com tratamento endodôntico quanto para dentes não tratados endodonticamente. Para ambas as situações, este grupo foi o que apresentou o maior valor médio para resistência a fratura.

A figura 14 representa os valores médios (Kgf) de resistência à fratura para os grupos com intervenção endodôntica.

Figura 14 - Representação gráfica dos valores médios de resistência à fratura para dentes com intervenção endodôntica

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) a um critério, a nível de significância de 5%, com o intuito de verificar estatisticamente se houve diferença significativa entre os grupos (dentes com intervenção endodôntica). Os resultados obtidos estão contidos na Tabela 6.

Tabela 6 - Análise de variância (ANOVA) a um critério, utilizando nível de significância de 5%, para grupos de dentes com intervenção endodôntica

	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO DAS MÉDIAS	F	PROBABILIDADE
ENTRE GRUPOS	140011,16	4	35002,79	77,16	0,000*
INTRA-GRUPOS	14515,72	32	453,62		
TOTAL	154526,89	36			

Com base nos resultados apresentados na Tabela 6, constatou-se que houve diferença significativa entre os grupos estudados, quando considerados os diferentes tratamentos do ângulo cavo-superficial (variável independente) e a resistência à fratura obtida (variável dependente).

Para analisar individualmente e comparar os grupos aos pares, aplicou-se o teste de Tukey Kramer, com nível de significância de 5%. Os resultados estão contidos na Tabela 7, onde é apresentada a diferença entre os grupos, valor crítico para ser considerado significativo ou não e sua interpretação aos pares.

Tabela 7 - Comparação dos grupos aos pares, de dentes com intervenção endodôntica, utilizando o teste de Tukey Kramer, a nível de significância de 5%

COMPARAÇÃO	DIFERENÇA	VALOR CRÍTICO	INTERPRETAÇÃO
Grupo 1 x Grupo 6	174,83	32,90	SIGNIFICANTE
Grupo 1 x Grupo 7	156,88	31,86	SIGNIFICANTE
Grupo 1 x Grupo 8	125,90	31,86	SIGNIFICANTE
Grupo 1 x Grupo 9	152,41	32,90	SIGNIFICANTE
Grupo 6 x Grupo 7	17,95	31,86	NÃO SIGNIFICANTE
Grupo 6 x Grupo 8	48,93	31,86	SIGNIFICANTE
Grupo 6 x Grupo 9	22,41	32,90	NÃO SIGNIFICANTE
Grupo 7 x Grupo 8	30,98	30,78	SIGNIFICANTE
Grupo 7 x Grupo 9	4,46	31,86	NÃO SIGNIFICANTE
Grupo 8 x Grupo 9	26,51	31,86	NÃO SIGNIFICANTE

Quando se comparou o grupo que apresentou bisel somente na porção oclusal (grupo 9) com outro grupo qualquer, os resultados não diferiram significativamente, somente quando comparados ao grupo controle positivo (grupo 1), onde os valores mostraram-se significativamente diferentes. Além disso, nota-se que os valores médios de resistência à fratura do grupo 1 (controle positivo) foi sempre estatisticamente superior a qualquer outro grupo.

Os padrões de fratura para os grupos de dentes com intervenção endodôntica está representado na Tabela 8.

Tabela 8 - Padrão de fratura para grupos de dentes com tratamento endodôntico

GRUPO	PADRÃO DE FRATURA	
	LONGO EIXO	OBLIQUO
Grupo 1	50%	50%
Grupo 6	*	*
Grupo 7	70%	30%
Grupo 8	10%	90%
Grupo 9	60%	40%

Diferente dos dentes sem tratamento endodôntico, o grupo com bisel apenas na porção oclusal (grupo 9) não alterou o padrão de fratura de forma significativa quando comparado ao padrão do grupo 7 (sem bisel no ângulo cavo-superficial). No entanto, o grupo com bisel em toda a cavidade (grupo 8) conseguiu alterar em quase sua totalidade este padrão.

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

6.1 RESISTÊNCIA À FRATURA

A confecção de preparos cavitários em dentes acometidos por lesões, principalmente aquelas referentes ao processo carioso, tem apresentado problemas relacionados à resistência do remanescente dentário (VALE, 1956; MALDONADO; OSBORNE, 1979; MONDELLI et al., 1980; FRANCO, 1981; LARSON et al., 1981; PEREIRA et al., 1983), podendo muitas vezes provocar a abertura de margens da restauração, trincas e fratura parcial ou total das cúspides remanescentes. Além disso, dentes tratados endodonticamente têm apresentado uma diminuição ainda maior nesta resistência, sendo este fato relacionado à desidratação ocorrida após a perda do tecido pulpar (HELFER et al., 1972) e a remoção de estruturas de reforços importantes, como o teto da câmara pulpar (FRANCO, 1981).

Neste estudo, os grupos de controle negativo (grupos 2 e 6) apresentaram resultados estatisticamente inferiores quando comparados aos dentes hígidos (grupo 1), sendo que o grupo que recebeu intervenção endodôntica apresentou valores ainda menores daqueles sem intervenção. Estes resultados vêm confirmar que a remoção de tecido dentário esta intimamente relacionada com a queda da resistência à fratura do dente, além do que, remoção de estruturas de reforço, tais como: cristas marginais e teto da câmara pulpar, resultam numa diminuição ainda mais significativa desta resistência. De acordo com Franco (1981), quanto maior o envolvimento das superfícies dentárias pela cárie, menor a resistência do dente às forças compressivas, e a remoção do teto da câmara pulpar diminui a resistência de dentes pré-molares em cerca de 90% quando comparados a dentes hígidos.

O fenômeno das cúspides alongadas, devido a remoção do septo dentinário pelo preparo cavitário é outro fator importante que contribui decisivamente para a suscetibilidade à fratura. Em dentes pré-molares superiores tratados

endodonticamente, esse efeito se intensifica devido à própria anatomia desses dentes. Estes apresentam tendência de separação das cúspides vestibular e palatina sob a ação dos esforços mastigatórios durante o movimento de trabalho, onde a restauração funcionaria como cunha impelida pelo vértice das cúspides dos dentes inferiores sobre a superfície guia (MONDELLI et al., 1980; EAKLE, 1986). Na maioria dos casos, a solução terapêutica exige a redução cuspídea e sua cobertura com restaurações indiretas, a fim de proteger o remanescente dentário com materiais metálicos ou cerâmicos.

Com a introdução da técnica do condicionamento ácido, desenvolvida por Buonocore (1955), e dos avanços obtidos com as resinas compostas, surgiram novas perspectivas em relação ao restabelecimento da resistência do remanescente dentário. A adesão conseguida é uma forma de retenção micromecânica obtida pela penetração da resina em microporos, gerando “tags” de resina na superfície de esmalte condicionada, a qual supostamente agiria também como fator de resistência adicional ao remanescente dentário.

A utilização do procedimento restaurador adesivo, com o intuito de restabelecer a resistência do remanescente dentário, obteve grande sucesso na maioria dos casos, sendo na sua totalidade indicado para dentes não tratados endodonticamente. Os resultados aqui obtidos demonstram concordância com os vários autores (MORIN et al., 1984; EAKLE, 1985, 1986; GELB et al., 1986; MACKENZIE, 1986; MCCULLOCK; SMITH, 1986; HOOD et al., 1987; JOYNT et al., 1987; WENDT et al., 1987; SHETH et al., 1988; LIBERMAN et al., 1990; TROPE; TRONSTAD, 1991; AUSIELLO et al., 1997; TAKAHASHI et al., 2001; SOARES et al., 2004; GERVÁSIO, 2006; SAGSEN; ASLAN, 2006; SISO et al., 2007), que atestaram que o sistema restaurador adesivo de uso direto é capaz de aumentar a resistência à fratura de pré-molares superiores (Tabelas 3 e 7).

Entretanto, a remoção demasiada de estruturas de reforço importantes (septo interdentinário e cristas marginais), além da remoção do teto da câmara pulpar, influenciou de forma direta na resistência do elemento dentário restaurado pelo sistema adesivo. Em relação aos dentes com intervenção endodôntica (Tabela 5), apenas o grupo onde se confeccionou bisel em todo o ângulo cavo-superficial

apresentou aumento significativo na resistência à fratura, quando comparado ao grupo controle negativo.

Rodrigues Filho (1994) observou que a resina composta é considerada uma base de sustentação de cúspides sem suporte dentinário, devido à retenção micromecânica proporcionada pelo sistema adesivo, recuperando a resistência dos dentes ao nível dos dentes hígidos. Entretanto, comparando os resultados deste estudo com os obtidos por Gervásio (2006), nota-se a influência da amplitude da cavidade em detrimento da resistência à fratura do remanescente dentário. O autor (GERVÁSIO, 2006) utilizou metodologia semelhante a este estudo, no entanto, aplicada a cavidades que apresentavam a caixa oclusal com abertura vestibulo-lingual com metade da distância intercuspídea. Nota-se que cavidades amplas proporcionam valores menores de resistência à fratura quando comparados aos dentes com cavidades de menor amplitude, mesmo quando restaurados por sistema adesivo. Este fato pode estar relacionado a uma maior remoção de tecido dentário, principalmente o septo dentinário que une as cúspides vestibular e lingual, levando ao enfraquecimento das cúspides deste dente.

O tipo clássico de geometria cavitária para restaurações diretas com resina composta era uma cópia das cavidades utilizadas para amálgama, com o ângulo cavo-superficial nítido e sem bisel, provendo um término de 90° com a superfície externa do dente (RETIEF et al., 1982).

Apesar de ter sido mostrado que o condicionamento ácido e a aplicação de uma resina fluida ao esmalte reduzem a microinfiltração ao redor das restaurações (HEMBREE; ANDREWS, 1976; BARNES, 1977; HORMATI; CHAN, 1980), alguns pesquisadores recomendam modificações no limite periférico da cavidade para resina composta (ERIKSEN; BUONOCORE, 1975; PORTE et al., 1984) sendo o biselamento do ângulo cavo-superficial uma das principais modificações propostas. Ficou evidente que o bisel no ângulo cavo-superficial traz um aumento de área de superfície e melhor orientação dos prismas de esmalte (sentido transversal) para o condicionamento ácido, levando assim à melhor adesão e adaptação marginal (ERIKSEN; BUONOCORE, 1975; PORTE et al., 1984; SCHNEIDER; MESSER; DOUGLAS, 1981).

As figuras 15 e 16 apresentam corte de um dente molar permanente exemplificando a orientação dos prismas de esmalte, tanto na região oclusal quanto na porção proximal, simulando uma cavidade quando do emprego de broca carbide nº 245 e posterior confecção de bisel no ângulo cavo-superficial.

Figura 15 - Orientação dos prismas de esmalte e simulação de uma cavidade quando do emprego de uma broca carbide nº 245

Figura 16 - Representação gráfica da confecção de bisel côncavo no ângulo cavo-superficial de uma cavidade preparada utilizando broca carbide nº245

Considerando a dentição decídua, a orientação dos prismas de esmalte difere dos dentes permanentes. Segundo CURZON et al., (1997), a inclinação dos prismas, no terço gengival dos molares decíduos, é em direção à face oclusal (figura 17). Assim, não há necessidade do biselamento da parede gengival da cavidade, pois a orientação dos prismas de esmalte (sentido transversal) favorece o condicionamento ácido, proporcionando uma melhor adesão e adaptação do material restaurador.

Figura 17 - Diferenças entre os dentes decíduos e permanentes: corte transversal no plano vestibulo-lingual. 1 – coroa bulbosa e proeminência do colo. 3 – constrição do colo. 4 – esmalte delgado. 5 – cornos pulpares. 6 – canais estreitos. 7 – assoalho pulpar delgado. 8 – posição do folículo do dente permanente em desenvolvimento. 9 – inclinação dos prismas de esmalte. Adaptado de Curzon et al., (1997)

Segundo Mondelli et al. (2004), baseado nas características estruturais do esmalte dentário o biselamento do ângulo cavo-superficial para o condicionamento ácido apresenta as seguintes vantagens: o bisel expõe a cabeça dos prismas de esmalte de modo perpendicular, que freqüentemente estão ordenados paralelamente uns aos outros na luz das paredes internas do esmalte e perpendiculares em quase todas as regiões da superfície externa; o bisel determinado na margem de esmalte (com 0,25 a 0,5mm de largura), por expor a cabeça dos prismas e remover a camada aprismática, favorece o ataque ácido que remove seletivamente o núcleo dos prismas. Os autores afirmam ainda que o padrão de condicionamento é substancialmente mais profundo na orientação perpendicular do que na disposição paralela interna dos prismas, ao longo das paredes de esmalte da cavidade.

Além disso, segundo Crawford e Wittaker (1977), a aparência da textura superficial após condicionamento ácido depende da orientação dos prismas de esmalte, determinado previamente a esse condicionamento. A superfície condicionada, em preparos onde o ângulo cavo-superficial é nítido e sem bisel, proporciona uma aparência lisa e homogênea (CRAWFORD; WITTAKER, 1977;

RETIEF et al., 1982; CHEUNG, 1990), não favorecendo a adesão da resina. Presumiu-se assim que, se uma resina fosse aplicada na superfície condicionada, melhor adesão seria encontrada nas margens biseladas quando comparada a uma margem nítida e sem bisel (CHEUNG, 1990).

Tais afirmações explicam os resultados obtidos neste estudo, onde houve um aumento significativo nos valores de resistência à fratura nos grupos onde se confeccionou um bisel em todo o ângulo cavo-superficial, comparado ao grupo onde este era nítido e sem bisel (Tabelas 3 e 7). Salienta-se ainda que este aumento significativo na resistência à fratura foi encontrado tanto em dentes sem remoção do teto da câmara pulpar quanto em dentes submetidos à intervenção endodôntica. Esses resultados demonstram que a confecção de um bisel em toda a cavidade favorece a esplintagem das cúspides, por meio de uma melhor adesão do sistema restaurador adesivo direto, sendo em menor magnitude em dentes onde se removeu o teto da câmara pulpar e gerou o fenômeno das cúspides alongadas. Apesar de todos os fatores envolvidos e resultados obtidos, esta manobra pode ser totalmente dispensável no critério de alguns pesquisadores e clínicos (JOYNT et al., 1987; GALAN JUNIOR; NAMEN, 1998; IORIO, 1999; BARATIERI, 2001; FRAGA; FRAGA, 2001; CARDOSO; GONÇALVES, 2002; GARONE NETTO et al., 2003; GOMES et al., 2004; LOPES et al., 2005; CONCEIÇÃO, 2007).

Por possíveis dificuldades táticas e operatórias, a confecção de um bisel em toda a caixa proximal pode ser considerada um problema clínico a ser solucionado.

Tais dificuldades estão relacionadas às injúrias que a papila interdental pode vir a sofrer, causadas pela ponta diamantada; o agente condicionante pode escoar e causar injúrias ao tecido gengival; o fluido gengival pode contaminar e diluir o ácido, reduzindo seu efeito de quelação; os fluidos sulcular e sangue podem contaminar o esmalte condicionado, comprometendo a retenção do compósito e aumentando a infiltração marginal; a adaptação justa da matriz no esmalte condicionado pode danificar os “tags” e, em adição, a tira de matriz pode interferir na aplicação do agente de união e o material restaurador na região biselada (HOLAN et al., 1997).

Com o intuito de suprir as dificuldades acima relacionadas, avaliamos grupos de dentes, com ou sem intervenção endodôntica, apresentando bisel no ângulo cavo-superficial apenas na porção oclusal da cavidade (grupos 5 e 9). Estes não diferiram significativamente dos grupos 3 e 7 respectivamente, apesar de terem apresentado, numericamente, valores acima dos registrados (grupos 3 e 7). Tal fato pode estar relacionado à diminuição gradual da superfície dentária submetida ao procedimento adesivo, propiciando uma correlação direta entre a área de superfície aderida *versus* força de resistência à fratura onde, quanto maior a superfície submetida ao procedimento adesivo, maior a resistência à fratura do dente. Além disso, devido à anatomia complexa da superfície oclusal, nota-se maior dificuldade em uniformizar o bisel realizado nesta região, o que caracterizou os maiores valores de desvio-padrão para os grupos 5 e 9.

Sendo assim, a determinação de técnicas e o aperfeiçoamento dos passos operatórios para a confecção de um bisel, principalmente aqueles localizados na região proximal da cavidade, se faz imprescindível para a reprodução clínica dos resultados obtidos neste estudo.

6.2 PADRÃO DE FRATURA

Além do restabelecimento da resistência à fratura do remanescente dentário, o padrão de fratura é outro fator importante na integridade do órgão dental. Este padrão pode condenar em sua totalidade a permanência ou não do elemento dentário na cavidade bucal. Fraturas que ocorrem ao longo eixo do dente (figura 18) normalmente o separam em duas porções, o que implica na sua extração. No entanto, as fraturas que ocorrem de forma oblíqua (figura 19) propiciam, na maioria dos casos, a possibilidade do elemento dentário ser restaurado.

Figura 18 - Padrão de fratura no longo eixo do dente. Vista oclusal e proximal

Figura 19 - Padrão de fratura oblíquo. Vista oclusal e proximal

Para dentes onde não se realizou o procedimento de remoção do teto da câmara pulpar (Tabela 4), foi notável a inversão do padrão de fratura de dentes restaurados sem bisel no ângulo cavo-superficial (grupo 3) quando comparado aos grupos com bisel em toda a cavidade (grupo 4) quanto somente na porção oclusal (grupo 5).

O procedimento restaurador adesivo por si só não foi suficiente para devolver o padrão de fratura semelhante ao de dentes hígidos. No entanto, o aprimoramento do preparo cavitário com a confecção de bisel no ângulo cavo-superficial não só devolveu o padrão de fratura semelhante ao dos dentes hígidos,

como aperfeiçoou este modelo, assegurando em sua totalidade (grupo 4) o não comprometimento radical do elemento dentário.

O padrão de fratura oblíquo, encontrado neste estudo, difere dos estudos de Mackenzie (1986) e Mondelli et al. (1998).

Mackenzie (1986), relatou que o padrão de fratura encontrado em dentes restaurados com resina composta foi, na maioria dos casos, de forma oblíqua. No entanto, esta fratura originava-se no ângulo linguo-pulpar da cavidade e direcionava-se para a região cervical do dente (figura 20). Fraturas com esta característica também foram encontradas por Mondelli et al. (1998), em cavidades envolvendo as faces mesial, oclusal e distal, com acesso endodôntico e restauradas com amálgama. Os autores associam este tipo de fratura ao efeito de cunha causado pela restauração de amálgama. Além disso, fraturas desse tipo podem comprometer as distâncias biológicas do órgão dentário, devido ao seu direcionamento cervical e proximidade com estruturas ósseas. Neste estudo, entretanto, apesar do padrão de fratura ser considerado oblíquo, sua origem ocorreu mais para oclusal, na metade da vertente triturante da cúspide envolvida e direciona-se apicalmente terminando, na grande maioria dos casos, na metade externa da coroa clínica do dente.

Figura 20 - Fratura oblíqua reportada por Mackenzie (1986). Adaptado de Mackenzie (1986)

Mondelli et al. (1998) afirmaram que a terapia endodôntica é importante para preservar dentes que, de outro modo, provavelmente estariam perdidos e que a associação de cavidades tipo MOD, em dentes com tratamento endodôntico, cria uma situação onde o remanescente cuspeado deve ser convenientemente protegido para prevenir fraturas sob função oclusal. Os resultados obtidos neste estudo em relação à resistência e padrão de fratura de dentes com intervenção endodôntica, em que se confeccionou bisel em todo o ângulo cavo-superficial e foram, posteriormente, restaurados com resina composta, propõem uma nova alternativa com o intuito de restabelecer os valores de resistência perdidos. O bisel não só proveu os melhores resultados em relação à resistência à fratura de dentes restaurados com resina composta, como aprimorou o padrão de fratura dos mesmos (Tabelas 5 e 8).

Ainda, em relação aos dentes submetidos ao tratamento endodôntico, o grupo com bisel apenas na porção oclusal (grupo 9) não alterou o padrão de fratura de forma significativa quando comparado ao padrão do grupo 7 (sem bisel no ângulo cavo-superficial). No entanto, como salientado anteriormente, o grupo com bisel em toda a cavidade (grupo 8) conseguiu alterar em quase sua totalidade este padrão de fratura.

Foi possível observar maior dificuldade na “esplintagem” das cúspides em dentes com intervenção endodôntica. A remoção do teto da câmara pulpar, considerada estrutura de reforço importante, com a promoção do alongamento das cúspides também influenciou o padrão de fratura do órgão dentário.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que:

1 – A remoção de tecido dentário pela confecção de cavidades diminui a resistência à fratura do órgão dentário, sendo que em intervenções mais extensas, com a remoção de estrutura de reforço, como o teto da câmara pulpar, esta resistência se apresentou ainda menor;

2 – A confecção de bisel em todo o ângulo cavo-superficial, em cavidades de Classe II, proveu um aumento significativo da resistência à fratura, quando comparado aos dentes que apresentaram o ângulo cavo-superficial nítido e sem bisel, tanto em dentes com ou sem remoção do teto da câmara pulpar;

3 – Dentes que apresentaram bisel em todo o ângulo cavo-superficial de cavidades de Classe II, tanto com ou sem intervenção endodôntica, mostraram os melhores padrões de fratura, preservando quase que em sua totalidade a integridade do remanescente dentário;

4 – A confecção de um bisel apenas na porção oclusal da cavidade de Classe II, não apresentou resultados satisfatórios em relação à resistência à fratura do elemento dental;

5 – Foi considerado oportuno o desenvolvimento de novos procedimentos visando o aprimoramento de técnicas e passos operatórios para a confecção clínica de um bisel, principalmente na região proximal de cavidades de Classe II.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- AROLA, D.; GALLES, L. A.; SARUBIN, M. F. A comparison of the mechanical behavior of posterior teeth with amalgam and composite MOD restorations. **J Dent**, v.29, n.1, p.63-73, Jan. 2001.
- AUSIELLO, P. et al. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. **Am J Dent**, v. 10, n. 5, p. 237-241, Oct. 1997.
- BAKKE, J. C. et al. Fracture strenght of class II preparations with a posterior composite. **J Dent Res**, v. 64, p. 350, 1985. Special issue. Abstract 1578.
- BARATIERI, L. N. **Odontologia Restauradora**. São Paulo: Ed. Santos, 2001. 740p.
- BARATIERI, L. N. (Coord.) **Dentística**: procedimentos preventivos e restauradores. Rio de Janeiro: Ed. Santos, 1989.
- BARNES, I. E. The adaptation of composite resins to tooth structure. Part 2. The adaptation of composite resins to etched enamel. **Br Dent J**, v. 142, n. 6, p. 185-191, Mar. 1977.
- BARNES, I. E. The adaptation of composite resins to tooth structure. Part 4. The influence of cavity wall instrumentation upon the adaptation of composite resins, and discussion. **Br Dent J**, v. 142, n. 10, p. 319-326, May 1977.
- BEN-AMAR, A.; METZGER, Z.; GONTAR, G. Cavity design for class II composite restorations. **J Prosthet Dent**, v. 58, n. 1, p. 5-8, July 1987.
- BLACK, G. V. **A work on operative dentistry**: the technical procedures in filling teeth. Chicago: Medico-Dental; 1908.
- BRALY, B. V.; MAXWELL, E. H. Potencial for tooth fracture in restorative dentistry. **J Prosthet Dent**, v. 45, n. 4, p.411-414, Apr. 1981.
- BRUNTON, P. A.; et al. Fracture resistance of teeth restored with onlays of three contemporary tooth-colored resin-bonded restorative materials. **J Prosthet Dent**, v.82, n.2, p.167-171, Aug. 1999.
- BUONOCORE, M. G. A single method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v. 34, n. 6, p. 849-853, Dec. 1955.
- BUONOCORE, M. G. **The use of adhesives in dentistry**. Springfield: Thomas Books, 1975.
- BURKE, F. J. T.; WILSON, N. H. F.; WATTS, D. C. The effect of cavity wall taper on fracture resistance of teeth restored with resin composite inlays. **Oper Dent**, v.18, n. 6, p. 230-236, Nov./Dec. 1993.

- BURMANN, P. A. et al. Resistência à fratura de pré-molares humanos restaurados por diferentes materiais adesivos. **Cienc Odontol Bras**, v. 6, n. 1, p. 75-81, Jan./Mar. 2003.
- CAMPOS, B. B. **Efeito do bisel na infiltração marginal de restaurações de Classe III, de resina composta, em dentes bovinos**. 2002. 102p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. 2002.
- CARDOSO, R. J. A.; GONÇALVES, E. A. N. **Estética**. São Paulo: Artes Médicas, 2002. 418p.
- CARVALHO, R. M. et al. Effects of prism orientation on tensile strength of enamel. **J Adhes Dent**, v. 2, n. 4, p. 251-257, Winter 2000.
- CARVALHO, R. M. et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. **Rev Biodonto**, v. 2, n. 1, p. 1-85, 2004.
- CAVEL, W. T.; KELSEY, W. P.; BLANKENAU, R. J. An in vivo study of cuspal fracture. **J Prosthet Dent**, v. 53, n. 1, p. 38-42, Jan. 1985.
- CHEUNG, G. S. A scanning electron microscopic investigation on the acid-etched cervical margin of class II cavities. **Quintessence Int**, v. 21, n. 4, p. 299-302, Apr. 1990.
- CONCEIÇÃO, E. N. **Dentística: saúde e estética**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 596p.
- ÇÖTERT, H. S.; SEN, B. H.; BALKAN, M. In vitro comparison of cuspal fracture resistances of posterior teeth restored with various adhesive restorations. **Int J Prosthodont**, v. 14, n. 4, p. 374-378, July/Aug. 2001.
- CORADAZZI, J. L. et al. Estudo in vitro, da resistência à fratura de dentes premolares, despolpados, restaurados com diferentes materiais, em relação à ciclagem térmica e ao tempo. **Rev Bras Odont**, v. 52, n. 3, p. 46-51, Maio/Jun. 1995.
- CRAWFORD, P. J. M.; WITTAKER, D. K. Etching and bonding patterns in human sub-surface enamel. **Br Dent J**, v. 143, n. 8, p.261-266, Oct. 1977.
- CURZON, M. E. J.; ROBERTS, J. F.; KENNEDY, D. B. **Dentística operatória pediátrica**. Colômbia: Premier, 1997. 204p.
- DALPINO, P. H. et al. Fracture resistance of teeth directly and indirectly restored with composite resin and indirectly restored with ceramic materials. **Am J Dent**, v. 15, n. 6, p. 389-394, Dec. 2002.
- DE FREITAS, C. R.; et al. Resistance to maxillary premolar fractures after restoration of class II preparations with resin composite or ceromer. **Quintessence Int**, v. 33, n. 8, p. 589-594, Sept. 2002.
- DENEHY, G. E.; TORNEY, D. L. Internal enamel reinforcement through micromechanical bonding. **J Prosthet Dent**, v. 36, n. 2, p. 171-175, Aug. 1976.

DIETSCHI, D.; CIUCCHI, B.; HOLZ, J. A clinical trial of four light curing posterior composite resins: 9-month report. **Quintessence Int**, v. 20, n. 9, p. 641-652, Sept. 1989.

EAKLE, W. S. Increasing the resistance of teeth to fracture: bonded composite resin versus glass ionomer cement. **Dent Mat**, v. 1, n. 6, p. 229-230, Dec. 1985.

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

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

EAKLE, W. S.; MAXWELL, E. H.; BRALY, B. V. Fractures of posterior teeth in adults. **J Am Dent Assoc**, v. 112, n. 2, p. 215-218, Feb. 1986.

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

ERIKSEN, H. M.; BUONOCORE, M. G. Marginal leakage with different composite restorative materials in vitro. Effect of cavity design. **J Oral Rehabil**, v. 3, n. 4, p. 315-322, Oct. 1976.

FRAGA, R. C.; FRAGA, L. R. L. **Dentística: bases biológicas e aspectos clínicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2001. 388p.

FRANÇA, F. M. et al. Fracture resistance of premolar teeth restored with different filling techniques. **J Contemp Dent Pract**, v. 6, n. 3, p. 62-69, Aug. 2005.

FRANCO, E. B. **Resistência à fratura de dentes extraídos íntegros e cariados, com preparos e restaurações**. 1981. 60 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1981.

GALAN JUNIOR, J.; NAMEN, F. M. **Dentística restauradora**. São Paulo: Ed. Santos, 1998. 248p.

GARONE NETTO, N. et al. **Dentística restauradora: restaurações diretas**. São Paulo: Ed. Santos, 2003. 223p.

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

GERVÁSIO, A. M. **Resistência à fratura de pré-molares enfraquecidos com cavidades amplas, com e sem a confecção de bisel nas margens, restaurados com resina composta**, 2006. 123 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - São Leopoldo Mandic, Campinas, 2006.

GOMES, J. C. et al. **Estética em clínica odontológica**. Curitiba: Maio, 2004. 474p.

- HELPER, A. R.; MELNICK, S.; SCHILDER, H. Determination of moisture content of vital and pulpless teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 34, n. 4, p. 661-670, Oct. 1972.
- HEMBREE, J. H.; ANDREWS, J. T. Microleakage of several acid-etch composite resin system: a laboratory study. **Oper Dent**, v. 1, n. 3, p. 91-97, Summer 1976.
- HERMES, S. R. **Efeito do bisel na infiltração marginal de cavidades de Classe II com termino gengival em dentina/cimento**. 2006. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – São Leopoldo Mandic, Campinas, 2006.
- HERNANDEZ, R. et al. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentine bonding systems. **Int Endod J**, v. 27, n. 6, p. 281-284, Nov. 1994.
- HINOURA, K.; SETCOS, J. C.; PHILLIPS, R. W. Cavity design and placement techniques for class 2 composites. **Oper Dent**, v. 13, n. 1, p. 12-19, Winter 1988.
- HOLAN, G.; EIDELMAN, E.; WRIGHT, G. Z. The effect of internal bevel on marginal leakage at the approximal surface of class 2 composite restorations. **Oper Dent**, v. 22, n. 5, p. 217-221, Sept./Oct. 1997.
- HOOD, J. A. A. Biomechanics of the intact, prepared and restored tooth: some clinical implications. **Int Dent J**, v. 41, n. 1, p. 25-32, Feb. 1991.
- HOOD, J. A. et al. The effect of three adhesive restorative systems on impact fracture of premolar teeth. **Restorative Dent**, v. 3, n. 5, p. 109-111, Oct. 1987.
- HORMATI, A. A.; CHAN, K. C. Marginal leakage of compacted gold, composite resin, and high-copper amalgam restorations. **J Prosthet Dent**, v. 44, n. 4, p.418-422, Oct. 1980.
- IKEDA, T. et al. Relation of enamel prism orientation to microtensile bond strength. **Am J Dent**, v. 15, n. 2, p. 109-113, Apr. 2002.
- IORIO, P. A. C. **Dentística: clínica, adesiva e estética**. São Paulo: Ed. Santos, 1999. 362 p.
- JAGADISH, S.; YOGESH, B. G. Fracture resistance of teeth with class 2 silver amalgam, posterior composite, and glass cermet restorations. **Oper Dent**, v. 15, n. 2, p. 42-47, Mar./Apr. 1990.
- JOYNT, R. B. et al. Effects of composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth. **J Prosthet Dent**, v. 57, n. 4, p. 431-435, Apr. 1987.
- KATCHBURIAN, E.; ARANA, V. **Histologia e embriologia oral: texto, atlas, correlações clínicas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. cap. 8: Esmalte, p. 234-74.
- LARSON, T. D.; DOUGLAS, W. H.; GEISTFELD, R. E. Effect of prepared cavities on the strength of teeth. **Oper Dent**, v. 6, n. 1, p. 2-5, 1981.

- LIBERMAN, R.; BEN-AMAR, A.; GONTAR, G.; et al. The effect of posterior composite restorations on the resistance of cavity walls to vertically applied occlusal loads. **J Oral Rehabil**, v. 17, n. 1, p. 99-105, Jan. 1990.
- LOPES, L. M. P.; LEITÃO, J. G. M.; DOUGLAS, W. H. Effect of a new resin inlay/onlay restorative material on cuspal reinforcement. **Quintessence Int**, v. 22, n. 8, p. 641-645, Aug. 1991.
- LOPES, G. C.; ARAÚJO JR, E. M.; BARATIERI, L. N. Restaurações adesivas diretas com resina composta em dentes posteriores. In: BUSATO, A. L. S. **Dentística: filosofia, conceitos e prática clínica**. São Paulo: Artes Médicas, 2005. p. 259-285.
- MACKENZIE, D. F. The reinforcing effect of mesio-occlusodistal acid-etch composite restorations on weakened posterior teeth. **Br Dent J**, v. 161, n. 11, p. 410-414, Dec. 1986.
- MACPHERSON, L. C.; SMITH, B. G. N. Reinforcement of weakened cusps by adhesive restorative materials: an in-vitro study. **Br Dent J**, v. 178, n. 9, p.341-344, May 1995.
- MALDONADO, A.; OSBORNE, J. W. Preparation of conservative cavities. **Acta Odontol Venez**, v. 17, n. 2-3, p.111-116, May/Dec. 1979.
- MCCULLOCK, A. J.; SMITH, B. G. N. In vitro studies of cusp reinforcement with adhesive restorative material. **Br Dent J**, v. 161, n. 11, p. 450-2, Dec. 1986.
- MISHELL, Y.; SHARE, J.; NATANSON, D. Fracture resistance of cl. II amalgam vs. light activated composite restorations. In vitro. **J. Dent. Res**, v. 63, p. 293, 1984. Special issue. Abstract 1099.
- MIZUNO, S. K. **Efeito do bisel na infiltração marginal em restaurações Classe IV de resina composta**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 2003.
- MONDELLI J. et al. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. **J Prosthet Dent**, v. 43, n. 4, p. 419-422, Apr. 1980.
- MONDELLI, J. et al. Excelência estética e funcional das resinas compostas em dentes posteriores. In: BOTTINO MA. Livro do ano da clínica odontológica brasileira. São Paulo: Artes Médicas, 2004. p. 521-564.
- MONDELLI, J. et al. **Fundamentos de dentística operatória**. São Paulo: Ed. Santos, 2006. 360 p.
- MONDELLI, R. F. L. et al. Fracture strength of weakened human premolars restored with amalgam with and without cusp coverage. **Am J Dent**, v. 11, n. 4, p. 181-184, Aug. 1998.
- MORIN, D.; DE LANG, R.; DOUGLAS, W. H. Cusp reinforcement by the acid-etch techniques. **J Dent Res**, v. 63, n. 8, p. 1075-1078, Aug. 1984.

OLIVEIRA FILHO, O. **Avaliação in vitro da resistência à fratura de pré-molares enfraquecidos e restaurados com resina composta**. 2002. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Camilo Castelo Branco, Rio de Janeiro, 2002.

ONO, R. et al. The effect of finishing and polishing procedures on composites surface smoothness. **J Biosci**, v. 15, n. 1, p. 61-75, June 1999.

OPDAM, N. J. et al. Necessity of bevels for box only Class II composite restorations. **J Prosthet Dent**, v. 80, n. 3, p. 274-279, Sept. 1998.

OZGÜNALTAY, G.; GÖRÜCÜ, J. Fracture resistance of class II packable composite restorations with and without flowable liners. **J Oral Rehabil**, v. 32, n. 2, p. 111-115, Feb. 2005.

PEREIRA, J. C. et al. Resistência à fratura de dentes molares superiores submetidos a diversos tipos de preparação cavitária. **Estomat Cult**, v. 13, n. 2, p.20-24, 1983.

PORTE, A; et al. Cavity designs for composite resins. **Oper Dent**, v. 9,n. 2, p. 50-56, Spring 1984.

REEH, E. S.; DOUGLAS, W. H.; MESSER, H. H. Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique. **J Dent Res**, v. 68, n. 11, p. 1540-1544, Nov. 1989.

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

RETIEF, D. H. Standardizing laboratory adhesion tests. **Amer J Dent**, v. 4, n. 5, p. 231-236, Oct. 1991.

RETIEF, D. H.; WOODS, E.; JAMISON, H. C. Effect of cavosurface treatment on marginal leakage in class V composite resin restorations. **J Prosthet Dent**, v. 47, n. 5, p. 496-501, May 1982.

RETIEF, D. H. et al. Surface topography of the enamel margins of butt and beveled class V preparations. **J Prosthet Dent**, v.48, n. 2, p.166-70, Aug. 1982.

RODRIGUES FILHO, L. E. **Resistência à fratura de dentes com restaurações atípicas de diversos materiais**. 1994. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SAGSEN, B.; ASLAN, B. Effect of bonded restorations on the fracture resistance of root filled teeth. **Int Endod J**, v. 39, n. 11, p. 900- 904, Nov. 2006.

SANTOS, M. J.; BEZERRA, R. B. Fracture resistance of maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques. **J Can Dent Assoc**, v. 71, n. 8, p. 585, Sept. 2005.

SCHNEIDER, P. M.; MESSER, L. B.; DOUGLAS, W. H. The effect of enamel surface reduction in vitro on the bonding of composite resin to permanent human enamel. **J Dent Res**, v. 60, n. 5, p.895-900, May 1981.

SCHÜPBACH, P.; KREJCI, I.; LUTZ, F. Dentin bonding: effect of tubule orientation on hybrid-layer formation. **Eur J Oral Sci**, v. 105, n. 4, p.344-352, Aug. 1997.

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

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

SENE, F. **Análise comparativa da quantidade de estrutura dentária removida em preparos cavitários para restaurações diretas e indiretas. Avaliação da resistência à fratura do remanescente**. 2001. 152 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2001.

SHARE, J.; MISHELL, Y.; NATHANSON, D. Effect of restorative material on resistance to fracture of tooth structure in vitro. **J. Dent. Res.**, v. 61, p. 247, 1982. Special issue. Abstract 622.

SHETH, J. J.; FULLER, J. L.; JENSEN, M. E. Cuspal deformation and fracture resistance of teeth with dentin adhesives and composites. **J Prosthet Dent**, v. 60, n. 5, p. 560-569, Nov. 1988.

SILVA E SOUZA JÚNIOR, M. H.; CARVALHO, R. M.; MONDELLI, R. F. L. **Odontologia estética: fundamentos e aplicações clínicas**. São Paulo: Ed. Santos; 2002.

SISO, S. H. et al. Fracture resistance of the buccal cusps of root filled maxillary premolar teeth restored with various techniques. **Int Endod J**, v. 40, n. 3, p. 161-168, Mar. 2007.

SMALL, B. W. Direct posterior composite restorations – State of the art 1998. **Gen Dent**, v. 46, n. 1, p. 26-32, Jan./Feb. 1998.

SOARES, P. V.; QUEIROZ, E. C.; FERNANDES-NETO, A. J.; et al. Influência do tratamento endodôntico e restauração de resina composta na resistência a fratura de pré-molares superiores. **Braz Oral Res**, v. 18, 2004. Supplement (Proceedings of the 21st Annual SBPqO Meeting).

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

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

STOKES, A. N.; TAY, W. M.; PEREIRA, B. P. Shear bond of resin cement to post-cured hybrid composites. **Dent Mater**, v. 9, n. 6, p. 370-374, Nov. 1993.

TAKAHASHI, C. U.; DE CARA, A. A.; CONTIN, I. Resistência à fratura de restaurações diretas com cobertura de cúspides em pré-molares superiores

endodonticamente tratados. **Pesqui Odontol Bras**, v. 15, n. 3, p. 247-251, Jul./Set. 2001.

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

TROPE, M. et al. Resistance to fracture of restored endodontically treated premolars. **Endod Dent Traumatol**, v. 2, n. 1, p. 35-38, Feb. 1986.

ULUSOY, N. et al. Fracture durability of restored functional cusps on maxillary nonvital premolar teeth. **J Prosthet Dent**, v. 66, n. 3, p. 330-335, Sept. 1991.

VALE, W. A. Cavity preparation. **Ir Dent Rev**, v. 2, p. 33-41, 1956.

WENDT, S. L. JR.; HARRIS, B. M.; HUNT, T. E. Resistance to cusp fracture in endodontically treated teeth. **Dent Mater**, v. 3, n. 5, p. 232-235, Oct. 1987.

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**, v. 60, n. 3, p. 283-287, Sept. 1988.