

FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM DENTÍSTICA RESTAURADORA

FAUSTO BORGES RODRIGUES

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES
COM PREPAROS CAVITÁRIOS MOD RESTAURADOS
COM RESINA COMPOSTA E FIBRA DE VIDRO**

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior

Porto Alegre, 2007

FAUSTO BORGES RODRIGUES

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM PREPAROS
CAVITÁRIOS MOD RESTAURADOS COM RESINA COMPOSTA E
FIBRA DE VIDRO**

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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior

Porto Alegre

2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R696r Rodrigues, Fausto Borges
Resistência à fratura de dentes com preparos cavitários MOD restaurados com resina composta e fibra de vidro / Fausto Borges Rodrigues. – Porto Alegre, 2007.
64 f. : il.

Diss. (Mestrado em Odontologia) – Fac. de Odontologia, PUCRS.
Orientação: Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior.

1. Odontologia. 2. Restauração Dentária. 3. Materiais Dentários. 4. Fratura Dentária. 5. Cavidades Dentárias - Preparação. I. Burnett Júnior, Luiz Henrique.

CDD 617.634

Ficha Catalográfica elaborada por
Vanessa Pinent
CRB 10/1297

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Marco Túlio M. de Carvalho, Diretor do Curso de Odontologia, pela oportunidade de concretizar mais este sonho.

Ao meu orientador, Professor Dr. Luiz Henrique Burnett Jr., pela ajuda e troca de conhecimentos durante a orientação deste estudo.

À Professora Dr^a. Ana Maria Spöhr, pelo incentivo em realizar este curso.

À Professora Dr^a. Nilza Pereira da Costa, pela amizade e força.

À CAPES, pela bolsa que me foi muito útil.

Aos meus colegas, pelo companheiro durante a realização do curso de mestrado.

A todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

A proposta deste estudo foi avaliar o efeito de dois tipos de fibras, uma trançada e outra unidirecional, inseridas no interior de cavidades MOD padronizadas na resistência à fratura de dentes molares tratados endodonticamente. Noventa dentes terceiros molares hígidos foram selecionados e montados em blocos acrílicos, sendo estes divididos em seis grupos de quinze (n=15). No grupo G1, os dentes mantiveram-se hígidos (controle). Os grupos G2, G3, G4, G5 e G6 receberam preparos cavitários MOD padronizados, sendo que nos grupos G3, G4, G5 e G6 foram realizados tratamentos endodônticos. Após o preparo dos dentes, estes foram restaurados com resina composta, no grupo G4, e no grupo G5 e G6 foram inseridas dois tipos de fibras, uma trançada e outra unidirecional, respectivamente. Após, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura. Avaliou-se, também, qualitativamente as falhas classificando-as em fratura de cúspide, assoalho e cúspide mais assoalho, após o ensaio mecânico. Os resultados (N) obtidos foram (médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística para Anova e Tukey ($p < 0,05$): Grupo G1 (4960)a, Grupo G2 (1926,20)b, Grupo G3 (612,84)c, Grupo G4 (1813,9)b, Grupo G5 (2024)b, Grupo G6 (1879)b. Conclui-se que a utilização de fibras trançadas ou unidirecionais no interior de cavidades MOD de dentes com tratamento endodôntico não melhora a resistência a compressão apresentando um padrão de fratura de assoalho mais cúspide não favorável à recuperação da peça dentária.

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

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate in vitro the effect of two types of glass fibers, unidirectional or woven, placed inside of MOD cavity preparations on fracture strength of endodontically treated molars, either restored with composite resin, or not. Ninety sound human third molars were extracted, embedded in acrylic resin blocks and randomly assigned to six groups (n=15). Group 1 G1 (sound teeth), control. Groups G2, G3, G4, G5 e G6 were subjected to the following procedures: G2 – MOD cavity preparation; G3 – MOD and endodontic treatment (ET); G4 –MOD + ET + composite resin restoration (CR); G5 – MOD + ET + unidirectional fiber (UF) + CR; G6 - MOD + ET + woven fiber (WF) + CR. The specimens were stored in physiological serum at 37°C for 24 hours. Later, a compressive force was applied by means of a universal testing machine at 1 mm/min speed, parallel to the long axis of the teeth until the fracture occurred. After mechanical test three types of fractures were classified: 1) pulp chamber floor; 2) cusp; 3) pulp chamber floor and cusp. The means of results (N) followed by the same letter do not represent a statistical difference by ANOVA and Tukey ($p < 0,05$): G1 (4960)a, G2 (1926.20)b, G3 (612.84)c, G4(1813.9)b, G5 (2024)b, G6 (1879)b. In the analysis of qualitative variables of G5 and G6, there was a tendency to fracture in the pulp chamber floor and cusp not benefic to restore the tooth integrity. It is possible conclude that inserting the unidirectional or woven glass fibers into MOD cavity preparations and restored with composite resin the fracture strength is similar to that obtained in molars filled with composite resin only.

Keywords: Fracture strength, glass fiber, composite resin, molar tooth.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Materiais utilizados na pesquisa.....	29
Quadro 2 - Fibras utilizadas no experimento.....	30
Quadro 3 - Distribuição dos grupos do estudo	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dispositivo para padronização do preparo cavitário MOD. A- caneta de alta rotação; B- dente embutido em acrílico; C- trava de fixação do corpo de prova; D- parafuso para movimento vertical da caneta de alta rotação; E- mesa para movimento horizontal do corpo de prova; F- suporte da caneta de alta rotação	32
Figura 2 - Ilustração do preparo cavitário utilizado no experimento	33
Figura 3 - Preparo cavitário MOD com o esvaziamento da câmara pulpar	35
Figura 4 - Preenchimento da câmara pulpar com cimento de ionômero de vidro.....	35
Figura 5 - Aplicação do sistema adesivo	36
Figura 6 - Fibra trançada.	36
Figura 7 - Fibra unidirecional.....	36
Figura 8 - Colocação da fibra unidirecional na cavidade	37
Figura 9 - Adaptação da fibra unidirecional na cavidade.....	37
Figura 10 - Polimerização da fibra unidirecional	37
Figura 11 – Fibra unidirecional polimerizada	37
Figura 12 - Restauração concluída	38
Figura 13 - Ilustração esquemática do ensaio de resistência à fratura. O cilindro de compressão com 7,5 mm de diâmetro não deve tocar na restauração de resina.....	40
Figura 14 - Fratura de assoalho pulpar	41
Figura 15 - Fratura de cúspide.....	42
Figura 16 - Fratura do assoalho pulpar e cúspide.....	42
Figura 17 - Ilustração gráfica dos valores médios da resistência à fratura entre os grupos teste ...	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de Análise de Variância (ANOVA) dos grupos estudados	44
Tabela 2 - Valores médios da resistência à fratura (N)	44
Tabela 3 - Relação entre o tipo de fratura e o diagnóstico para os grupos de estudo	47

LISTA DE ABREVIATURAS

%	percentagem
µm	micrometro
°C	Grau Celcius
Cm/mm	centímetro por milímetro
DO	disto-oclusal
GPa	Giga Pascal
Kg	quilograma
kN	Kilo Newton
mm	milímetro
mm/s	milímetro por segundo
MO	Ocluso-mesial
MOD	Mésio-ocluso-distal
mW/cm²	Miliwatts por centímetro quadrado
N	Newton
P	probabilidade
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PVC	Polivinil Cloreto Rígido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Hipótese Nula	12
3 REVISÃO DA LITERATURA	13
4 MATERIAIS E MÉTODO	29
4.1 Materiais	29
4.2 Método.....	30
5 RESULTADOS	44
6 DISCUSSÃO	48
7 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES	59
APÊNDICE A - Termo de Consentimento	60
APÊNDICE B - Resultados dos Testes de Compressão	61
ANEXO	62
ANEXO A - Carta de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa daPUCRS.....	63

1 INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica não deve ser considerada completa até a realização de uma restauração definitiva a qual deve prover resistência, estética e prevenir a microinfiltração entre material restaurador-estrutura dental (OLIVEIRA; DENEHY; BOYER, 1987). A constante mudança no paradigma restaurador de dentes tratados endodonticamente tem permitido o surgimento de técnicas mais conservadoras as quais visam a manutenção da integridade da estrutura dental. Para tal, a aplicação da técnica de condicionamento ácido total preconizada por BUONOCORE (1955) e o desenvolvimento dos compósitos resinosos permitiram o desenvolvimento da técnica adesiva. Nesta uma resina composta é aplicada na cavidade antes ocupada pela cárie ou fratura da estrutura dental repondo artificialmente a estrutura dentária perdida, aumentando a resistência da estrutura dental enfraquecida pela remoção de importantes estruturas de suporte durante a terapia endodôntica.

Porém, a resistência de união dos compósitos resinosos tem uma vida útil a qual vai sendo diminuída a medida que ocorre o processo de fadiga mecânica sobre a estrutura dental. Assim a utilização de estruturas de reforço tais como pinos de fibra de vidro juntamente com a resina composta e sistema adesivo parece ser uma técnica promissora (BELTRÃO, 2006). Com o avanço das fibras de polietileno, tanto na área da prótese, como reforço para pontes fixas, e na área da periodontia para esplintagem de dentes, o uso deste material para o reforço interno de restaurações MOD amplas de dentes com tratamento endodôntico parece ser interessante. Assim, BELLI *et al.* (2005) inseriram uma fibra de polietileno juntamente com uma resina composta do tipo *flowable* no interior de preparos cavitários MOD e observaram que houve uma maior resistência à fratura do que os dentes preenchidos apenas com resina composta. Todavia, a técnica restauradora proposta por estes autores não devolveu a

resistência à fratura de um dente hígido. Tal fato pode ter resposta no complexo sistema de distribuição de forças oclusais sobre a estrutura dental. SISO *et al.* (2007) afirmam que a presença de procedimentos restauradores extensos e o alto impacto mastigatório combinados com contatos laterais excursivos implicam em alta susceptibilidade à fratura da estrutura dental. Logo, pesquisas sobre prováveis substitutos da estrutura dental perdida parece ser um tema atual e de extrema relevância clínica na busca de soluções restauradoras mais acessíveis economicamente e mais conservadoras que os tradicionais preparos com recobrimento de cúspides.

2 OBJETIVOS

- Avaliar *in vitro* a resistência à fratura de preparos cavitários MOD realizados em dentes molares com ou sem tratamento endodôntico associados à presença ou não de fibras de vidro do tipo trançada ou unidirecional inseridas na cavidade.

- Avaliar o padrão de falha de preparos cavitários MOD após o ensaio de resistência à fratura.

2.1 Hipótese Nula

Esta pesquisa tem como hipótese nula inicial que a inserção da fibra de vidro, tanto trançada quanto unidirecional, no interior de preparos cavitários MOD de dentes molares com endodontia permite que a resistência à fratura seja similar ao dente hígido ou restaurado somente com resina composta.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Em um estudo *in vivo* sobre fratura de cúspides CAVEL, KELSEY e BLANKENAU (1985) analisaram 118 dentes fraturados. Para tanto os autores relacionaram fatores como: arco dentário (maxila e mandíbula), tipo de dente (pré-molar e molar), cúspide fraturada (trabalho e balanceio), tipo de restauração presente (material restaurador utilizado, número de superfícies envolvidas, largura do istmo) e se adequada e tipo de antagonista do dente fraturado. Os autores observaram que a metade das fraturas ocorreu no arco superior, sendo 30 em molares e 29 em pré-molares e a outra metade no arco inferior, sendo 53 em molares e seis em pré-molares. Das 118 fraturas, 83 foram em molares e 35 em pré-molares. Trinta e seis fraturas incidiram sobre a cúspide de balanceio (vestibulares) e 25 incidiram sobre a cúspide de trabalho (linguais) na arcada superior, já na arcada inferior houve 51 fraturas nas cúspides de balanceio (linguais) e 14 nas cúspides de trabalho (vestibulares). Os autores ponderam diante dos achados que a resistência das cúspides diminui quando há três ou mais superfícies restauradas e/ou quando há um istmo largo, dessa forma o recobrimento das cúspides com metal ou amálgama pode ser uma estratégia pertinente por proteger as cúspides que tiveram sua resistência abalada, especialmente se o antagonista for um dente natural, pois no caso do antagonista ser artificial o risco de fratura parece ser menor.

EAKLE (1986) analisou a resistência à fratura de pré-molares superiores com preparos cavitários MOD restaurados pela técnica adesiva. Os 48 dentes utilizados neste estudo foram preparados nas seguintes dimensões: 3mm de profundidade e 1,5 mm de largura, aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura intercuspídea, de mesial a distal, acompanhando o sulco principal e sem a presença de caixa proximal. Os dentes foram divididos em três grupos: (I) apenas com o preparo, (II) restaurados com resina composta e adesão ao esmalte, (III)

restaurados com resina composta e adesão ao esmalte e dentina. O grupo (I) teve a menor resistência a fratura, sendo essa diferença mais significativa quando comparado ao grupo (III). Todas as fraturas aconteceram entre a interface dente/restauração, separando a cúspide ao nível da junção cimento/esmalte ou ao nível do assoalho da câmara pulpar estendendo-se para a dentro da raiz. Como conclusão deste estudo in vitro, o autor julga que os preparos classe II modificados, restaurados com resina composta e com adesão ao esmalte e dentina, apresentaram melhor resistência à fratura do que os preparos não restaurados ou restaurados com resina composta e união ao esmalte.

O comportamento mecânico de molares restaurados pela técnica adesiva foi investigado por WATTS (1986). Três grupos, com oito molares inferiores, foram formados, sendo o grupo (A) dentes hígidos, o grupo (B) dentes com preparos cavitários MO ou DO e restaurados com resina composta e o grupo (C) preparos cavitários MOD restaurados com resina composta. Os dentes foram levados à máquina de ensaio universal, onde uma força vertical foi aplicada sobre o dente com um dispositivo em forma de barra cilíndrica de 8mm de diâmetro, a uma velocidade de 1 mm/min. No grupo (A) a força foi empregada até o momento inicial de fratura, onde se observou pequenos fragmentos do dente desprendidos e/ou trincas, já nos grupos (B) e (C) foi registrada a força máxima que causou efetivamente a fratura do dente. Os resultados mostraram uma maior incidência de fraturas envolvendo a raiz dos dentes no grupo (C), os preparos restaurados do grupo (B), por serem menores, não apresentaram diferenças significativas à resistência a fratura e as restaurações que apresentaram piores resultados quanto à fratura foram as do grupo (C). O autor pondera que os diferentes resultados encontrados na literatura podem estar relacionados ao tipo (formato e tamanho) de dispositivo empregado para o ensaio, dessa forma é fundamental especificá-los.

EAKLE, MAXWELL e BRALY (1986) examinaram 191 pacientes com idade de 14 a 76 anos com 206 fraturas nos dentes posteriores. O dente que mais fraturou foi o 1º molar inferior sendo que suas cúspides linguais fraturaram 2 vezes mais que suas cúspides vestibulares, já nos molares superiores não houve diferenciação na frequência do tipo de cúspide fraturada e nos pré-molares superiores houve uma leve maior incidência da cúspide lingual fraturada. Os autores também observaram que quanto mais conservadora era a restauração, isto é, quanto menor a largura do istmo, menor era o número de fraturas. Já dentes com istmo com uma distância intercuspídia maior que $\frac{1}{4}$ e sem crista marginal intacta, especialmente os dentes com restaurações MOD, fraturaram mais.

LAGOVARDOS, SOURAI e DOUVITSAS (1989) examinaram 200 fraturas coronárias em dentes posteriores, de pacientes da escola *University of Athens Dental School*, no período de um ano. Para isso estes autores levaram em consideração alguns fatores como: sexo e idade do paciente, tipo e localização do dente e vitalidade pulpar. Como resultados observaram que o sexo do paciente não tem influência nas fraturas e uma grande incidência delas ocorreram em pacientes com menos de 49 anos (82,5%). A localização das fraturas no arco não tem influência, pois enquanto os 1º molares inferiores fraturam mais que os superiores os pré-molares superiores fraturam mais que os inferiores, já a classificação das fraturas foi: 43,5% em 1º molares, 23% em 2º molares, 20% em 2º pré-molares e 13,5% em 1º pré-molares. As cúspides linguais fraturaram com maior frequência (64,5%), independentemente da vitalidade pulpar, assim os autores não relacionam nem o tipo de cúspide (funcional ou de balanceio) nem a vitalidade pulpar do dente à fratura. Já o preparo cavitário parece ser para os autores o principal fator para a causa de fraturas, pois eles observaram que 47,5% dos dentes eram desvitalizados e 91,6% destes foram tratados endodonticamente, logo a vitalidade pulpar não tem influência direta sobre as fraturas, porém a quantidade de tecido dentário removido tem, especialmente nos dentes tratados

endodonticamente, onde a remoção do teto da câmara pulpar se faz necessária à terapia endodôntica. Contudo a vitalidade pulpar está relacionada ao término da linha de fratura em relação à crista óssea, pois nos dentes com vitalidade pulpar o término da fratura foi supragengival enquanto que nos dentes desvitalizados foi subgengival, devido, também, a remoção do teto da câmara pulpar. Ainda a respeito da quantidade de tecido dentário removido, 74% dos dentes fraturados apresentavam restaurações envolvendo três ou mais faces. Os autores não avaliaram a largura do istmo, pois todos os dentes apresentavam restaurações com largura intercuspídea maior que $\frac{1}{4}$.

Neste estudo *in vitro* CRAIG e DOUGLAS (1990) avaliaram as fraturas em dentes com preparos cavitários classe II e a presença ou ausência de tratamento endodôntico. Quarenta molares humanos extraídos foram divididos em 4 grupos: (1) dentes hígidos, (2) apenas com acesso endodôntico, (3) com preparo cavitário MOD e (4) com preparo cavitário MOD e acesso endodôntico. Todos os dentes apresentaram fratura no sentido méso-distal envolvendo a câmara pulpar e estendendo-se até a superfície proximal da raiz. Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo (1) de dentes hígidos e os demais grupos ($p < 0,05$). Os valores de resistência a fratura (até o momento em que ocorre a fratura coronoradicular) foram em média para o grupo (1) $341,4 \text{ Kg} \pm 106,78$, para o (2) $225,5 \text{ kg} \pm 62,81$, para o (3) $222,4 \text{ kg} \pm 64,28$ e para o (4) $121,7 \text{ kg} \pm 50,99$. O grupo (4) preparo MOD e acesso endodôntico foi significativamente menos resistente a fratura do que os do grupo (2) apenas acesso endodôntico e (3) apenas preparo MOD, já entre os grupos (2) e (3) não houve diferença. Os autores sugerem que dentes tratados endodonticamente, que tenham amplos acessos e paredes proximais comprometidas, devam receber restaurações com proteção de cúspides e quando for possível o acesso a terapia endodôntica ser feito de maneira conservadora, uma simples restauração será o mais indicado.

BURKE (1992) em um estudo de revisão sobre a fratura dental *in vivo* e *in vitro* afirmou que as causas mais comuns para estas falhas são: elevado impacto mastigatório sobre alimentos ou objetos duros e contatos prematuros incontroláveis. Além disso, outros fatores podem predispor a fratura tais como: excessivo contato das cúspides de dentes posteriores durante movimentos excêntricos, amplas restaurações com retenções internas, desgaste e desidratação devido à terapia endodôntica, acentuada inclinação das cúspides, sulcos com morfologia profunda. Com relação ao tipo de dentes a incidência maior de fratura tem mostrado que os primeiros molares inferiores são os mais afetados principalmente devido à maior susceptibilidade de cárie e restaurações. Ainda, as cúspides linguais dos molares inferiores tendem a fraturar mais dos que as vestibulares. Não obstante, dentes com preparos cavitários MOD quando o istmo apresenta largura de $\frac{1}{4}$ da distância intercuspídea a força para fraturar o dente é a mesma para um dente hígido. Todavia, quando a distância é de $\frac{1}{3}$ a força necessária para fraturar o dente corresponde a $\frac{2}{3}$ da carga para o rompimento de um dente hígido.

COSTA, PEGORARO e BONFANTE (1997) avaliaram a resistência à fratura de dentes pré-molares com restaurações metálicas. Cinquenta dentes foram divididos nos seguintes grupos: G1-prepraro cavitário MOD para amálgama com distância intercuspídea de $\frac{1}{3}$; G2- MOD para inlay metálica com distância do istmo de $\frac{1}{3}$; G3- MOD para inlay metálica com distância do istmo de $\frac{1}{2}$; G4- MOD igual ao grupo 3 com extensão lingual e proximal; G5 – MOD onlay metálica. Antes da realização dos preparos cavitários os dentes receberam tratamento endodôntico e a câmara pulpar foi preenchida com resina composta (Herculite XRV, Kerr). Após a confecção dos preparos e das restaurações metálicas foi realizada a cimentação com cimento Panavia dos grupos 2 ao 4. No grupo 5 foi utilizado cimento fosfato de zinco para cimentar a onlay. Para o grupo 1 foi utilizado apenas amálgama (Velvalloy, SS White) como material restaurador. Os dentes foram então submetidos ao

ensaio de compressão com esfera de aço de 5mm e velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos foram (Kgf): G1-76,5; G2-247,9; G3-210,6; G4-239,8; G5-422,2. Os autores concluem que as restaurações do tipo onlay metálicas conferem maior resistência à fratura mesmo não sendo utilizado um cimento do tipo resinoso.

MONDELLI *et al.* (1998) avaliaram o efeito da cobertura de cúspides com amálgama na resistência à fratura de pré-molares superiores. Trinta dentes superiores foram divididos em 3 grupos: G1- hígido; G2- MOD + remoção do teto da câmara pulpar (RT); G3 – MOD + RT + redução vertical de 2mm das cúspides vestibular e palatina. Os preparos cavitários MOD foram padronizados em 4 mm de profundidade e o istmo apresentando metade da distância das cúspides vestibulo-palatino sendo verificada a distância com auxílio de um paquímetro. Antes do procedimento restaurador a câmara pulpar foi selada com ionômero de vidro (Vitrebond, 3M-ESPE) e o preparo cavitário recebeu duas camadas de verniz copal. Em seguida foram restaurados com amálgama (Velvalloy, SSWhite). Após foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão com velocidade de 0,5 mm/min. e dispositivo em forma de bola com 4mm de diâmetro. Os resultados (Kgf) obtidos foram: G1 - 173 (A); G2 - 47 (B); G3 – 128. Os autores concluíram que pré-molares com cobertura de cúspide em amálgama tem 63% a mais de resistência do que os dentes sem cobertura.

UYEHARA, DAVIS e OVERTON (1999) compararam a resistência à fratura de cúspides vestibulares de dentes tratados endodonticamente quando pinos metálicos (TMS Minim, Whaledent Inc) foram inseridos para reforço das cúspides. Setenta e dois molares mandibulares foram divididos em 6 grupos sendo que foram realizados os tratamentos endodônticos dos grupos de 1 ao 5. Nos grupos 1 ao 4 a cúspide lingual foi totalmente removida. No grupo 5 as cúspides lingual e vestibular foram removidas. A distribuição dos pinos metálicos ficou assim distribuída: G1 – 2 pinos verticais na cúspide lingual (2VL) +

amálgama; G2- 2VL + amálgama adesivo (sistema adesivo Amalgambond Plus, Parkell); G3 – 2VL + 2 pinos horizontais (2HB) + amálgama; G4 – 2VL + 2HB + amálgama adesivo; G5 – 4 pinos verticais + restauração completa da coroa com amálgama; G6 – dentes hígidos. Após serem submetidos ao teste de termociclagem e compressão o padrão de fratura das cúspides foi definido como favorável (acima da junção cimento-esmalte(CEJ)) ou não-favorável (maiores que 1mm abaixo da CEJ). A velocidade de compressão do teste foi de 2mm/min. Os resultados obtidos foram (N): G1 – 600,58 (A); G2 – 882,75 (B); G3 – 873,17 (B); G4 – 988,17 (B); G5 – 851,08 (B); G6 – 1080,25 (C). O padrão de fratura indicou que foram favoráveis nos grupos 3, 4, 5, 6 e não-favoráveis para 1 e 2. Os autores concluíram que as cúspides vestibulares de molares tratados endodonticamente não são mais fracas do que o dentes hígidos. Além disso, as cúspides vestibulares reforçadas com pinos horizontais e os dentes restaurados com completa cobertura de amálgama exibiram o prognóstico mais favorável em relação ao padrão de fratura.

LABELLA *et al.* (1999), estudaram a contração de polimerização e a elasticidade de resinas fluidas com polimerização por luz halógena e de adesivos com carga, julgando como justificativa para tal experimento que estes dois fatores são indicadores potenciais de fracasso das restaurações adesivas. Para isso, os valores da contração de polimerização foram obtidos por imagem digital de vídeo antes e depois da ação do aparelho fotopolimerizador, e a cinética da contração foi obtida através do método de deflexão de disco e pela análise do módulo de elasticidade. Como resultado, eles observaram que as resinas fluídas em geral, mostraram menor contração do que as resinas não-fluidas, e quanto maior a quantidade de carga dos adesivos menor a contração. Os módulos de elasticidade dos compósitos fluídos ficaram abaixo da média classificatória, enquanto os compostos híbridos mostraram valores mais altos e os “adesivos com carga” os mais baixos. Os adesivos com elevado conteúdo de carga foram mais rígidos do que os “não-particulados”. O comportamento cinético foi

material dependente alcançando contração de 10 a 40% da contração final. Como significância, a maior redução da contração dos compósitos fluídos em relação aos híbridos pode indicar um potencial para um maior estresse na interface. Contudo, sua menor rigidez pode ser um fator de contra-reação. A resina microhíbrida mostrou baixa redução de contração e rigidez, uma combinação que pode gerar menos tensão na interface. A performance das resinas adesivas como protetores para compensar a contração de polimerização continua imprevisível.

ÇÖTERT, SEN e BALKAN (2001) compararam a resistência à fratura de cúspides de dentes posteriores restaurados com 5 diferentes restaurações adesivas. Oitenta e quatro molares extraídos foram divididos em 3 grandes grupos de acordo com a medida méso-distal: pequena (8 a 9 mm), média (9 a 10 mm) e grande (10 a 11 mm). Após foram divididos em 7 grupos. Todos os grupos com exceção do grupo 1 (dentes hígidos) receberam preparos cavitários MOD com 1/3 da distância intercuspídea e após foram embutidos em resina acrílica até 2 mm da junção cimento-esmalte. Os grupos receberam os seguintes tratamentos restauradores: G1 - amálgama adesivo (Standalloy F, Degussa); G2 – resina composta (Degufill H, Degussa); G3 – inlays de resina composta (Brilliant DI 500, Coltene); G4 – inlay metálica de liga nobre (Minerva, Elephant Dental); G5 – inlay cerâmicos (Ceramco, Dentsply); G6 – preparos cavitários sem restauração; G7 – dentes hígidos. Os resultados obtidos foram (MPa): G1 – 320; G2 – 330; G3 – 295; G4 – 330; G5 – 280; G6 – 190; G7 – 400. Significante diferença estatística foi encontrada entre G7 e os outros grupos. Não houve diferença estatística entre os grupos restaurados. Todas os corpos de prova tiveram fraturas das cúspides vestibulares ou linguais sendo que o traço de fratura foi principalmente na própria estrutura dental e não no material restaurador. Os autores concluíram que todas as restaurações foram mais resistentes do que o grupo apenas com preparo cavitários

corroborando com a idéia de que as restaurações adesivas desempenham o papel de reforço da estrutura dental.

PANE, LAMARA e MESSER (2002) avaliaram o efeito de bandas de aço inoxidável na deflexão de cúspides e na resistência à fratura em pré-molares superiores. Vinte pré-molares superiores extraídos e hígidos receberam um preparo cavitário MOD e acesso endodôntico. Os corpos de prova foram levados a uma máquina de teste onde uma força de 100 N foi aplicada para a avaliação da deflexão cuspídea e resistência à fratura. As medidas foram tomadas nos dentes sem as bandas de aço Pré-Fit® (TP Orthodontic, EUA) e novamente depois delas serem cimentadas, sendo que o tamanho de cada banda era compatível com o tamanho do dente. Os resultados apontaram que a média da deflexão cuspídea para os dentes com banda foi de $8,12 \pm 3,3$ N e sem banda $16,9 \pm 7,8$ N. Nos resultados para a resistência à fratura os dentes com banda 1282 ± 210 N, tiveram melhor desempenho do que os dentes sem banda 729 ± 213 N. Assim, o uso de bandas de aço inoxidável em dentes com preparo MOD e tratados endodonticamente reduzem a flexão das cúspides dos pré-molares superiores e contribuem para o aumento da resistência à fratura.

HIRATA (2002) avaliou o módulo de elasticidade e a resistência flexural através de um teste de três pontos, de fibras de vidro e polietileno e de sistemas de resinas compostas aplicadas sobre estas fibras, seis grupos foram confeccionados com a utilização de uma matriz metálica bipartida com dimensões de 25X 2x2 mm, sendo destes dois grupos de fibras de vidro unidirecionais (Vectis, Ivoclar e Fibrex ângelus), um grupo de fibras de polietileno trançada (Connect, Kerr), e três grupos de resinas compostas (Targis; Ivoclar, Belleglass; Kerr, e Z-250 3M). As amostras foram confeccionadas seguindo a orientação do fabricante e foram então carregadas até a fratura ou colapso de 15%. Foi utilizada a máquina de ensaio universal EMIC DL-2000, com velocidade de 1mm/min. Os resultados foram submetidos aos

testes de ANOVA e t-student ao nível de significância $p < 0,05$. Os grupos de fibras unidirecionais obtiveram resultados estatisticamente maiores de resistência flexural que os demais grupos, porém não diferiram estatisticamente entre si. O grupo IV obteve os maiores valores médios de módulo de elasticidade, enquanto o grupo II os menores valores médios, porém estes não diferiram entre si. A predominância de falhas nas amostras testadas foi de fratura completa nos grupos de resina composta e incompleta com delaminação nas amostras do grupo IV e grupo VI e fratura incompleta com quebra da matriz resinosa ao redor das fibras de polietileno nas amostras do grupo II.

BEHR *et al.* (2002) investigaram a adaptação marginal e a resistência a fratura de próteses fixas parciais reforçadas por fibra de vidro e cimentadas com dois tipos de cimento de ionômero de vidro modificados por resina. Para tal, três sistemas de fibras foram aplicados: 1) fibra de vidro – Fibrekor-Sculpture (Jeneric Pentron) e Vectris-Targis (Ivoclar); 2) fibra de polietileno – Connect-Belleglass (Kerr). Um total de 16 próteses foram construídas para cada sistema as quais foram cimentadas em molares com os cimentos Fuji Plus (GC) e ProTecCem (Vivadent) sendo, logo em seguida, submetidas à ciclagem mecânica e térmica. Os resultados obtidos determinaram que sete das oito próteses de Fibrekor e Connect e uma de Vectris cimentadas com ProTecCem falharam. Todas as próteses cimentadas com o cimento Fuji Plus não apresentaram sinais de desgaste ou defeito na cimentação. A resistência à fratura (N) das próteses remanescentes foi: Vectris/Targis – ProTecCem 1361,00; Vectris/Targis – Fuji Plus 923,00; Connect/Belleglass – Fuji Plus 940,00; Fibrekor/Sculpture – Fuji Plus 524,00. O percentual de deterioração marginal foi de 13% a 21% para todas as próteses, não apresentando significância estatística. Os autores concluíram que a cimentação convencional de próteses reforçadas por fibras de vidro ou polietileno pode levar a falha da cimentação.

KARAMAN, KIR e BELLI (2002) apresentaram aplicações clínicas para a fibra de polietileno Ribbond (Ribbond Inc). Dentre as indicações está: esplintagem de dentes anteriores após tratamento ortodôntico, trauma ou doença periodontal severa; mantenedor de espaço para crianças que tiveram perda precoce de algum dente decíduo na arcada; suporte para encaixe de dente provisório em próteses adesivas. O protocolo de colagem em procedimentos de esplintagem foi assim descrito: limpeza das superfícies de esmalte com pasta de pedra pomes, condicionamento das superfícies com ácido fosfórico 36%, por 30 s, lavagem e secagem. Em seguida foi cortado um comprimento adequado de fibra o qual foi saturado com agente adesivo (Transbond XT, 3M Unitek) e mantido sob abrigo da luz. Sobre a estrutura dental foi aplicada a resina *flowable* (Protect Liner, Kuraray) e, em seguida, inserida a fibra impregnada de adesivo. O conjunto foi fotoativado com luz halógena e, após, realizado o procedimento de acabamento e polimento da superfície.

AUSIELLO *et al.* (2002) testaram através da análise do elemento finito em 3 D a distribuição de estresse sobre a camada de adesivo em restaurações de resina composta durante a contração de polimerização e de ações de forças oclusais. Para isso, simularam cavidades MOD em um dente, através de um escaneamento de um premolar humano, restauração adesiva com resina composta e um comportamento biomecânico complexo através de efeitos simultâneos da contração de polimerização, dureza da resina composta e do esforço sofrido na interface do adesivo. Devido à contração de polimerização, a redução da pressão aumenta com a rigidez das resinas utilizadas nas restaurações, enquanto os movimentos das cúspides abaixo das forças oclusais são inversamente proporcionais à rigidez dos compósitos. A tensão da camada adesiva também tem um papel relevante na atenuação dos estresses causados pela polimerização e por forças oclusais. Como resultado, eles buscaram uma camada de adesivo que absorvesse melhor a tensão. Então, para adesivos e compósitos de diferente rigidez, a análise através de FEM permitiu a determinação do

preenchimento da camada adesiva mais espessa, otimizando ao máximo o estresse liberado enquanto é preservada a integridade da interface. A aplicação de uma camada fina de um adesivo mais flexível (módulo mais baixo) levou ao mesmo alívio do estresse como as camadas mais espessas de adesivos menos flexíveis (módulo de elasticidade maior).

ASSIF *et al.* (2003) estudaram a resistência a fratura de noventa molares tratados endodonticamente e restaurados com amálgama. Os dentes foram divididos em 9 grupos (n=10) e a medida vestibulo-lingual realizada (média 10,27mm, DP=0,514). O grupo 1 apresentou preparo cavitário com acesso endodôntico; grupo 2 – remoção de todas as cúspides; grupo 3 – preparo cavitário mesial; grupo 4 - remoção da cúspide mésio-lingual e preparo cavitário mesial; grupo 5 – remoção da cúspide mésio-vestibular e preparo cavitário mesial; grupo 6 – remoção das cúspides mésio-lingual e mésio-vestibular e preparo cavitário mesial; grupo 7 – preparos cavitários mesial e distal; grupo 8 – remoção das cúspides linguais e preparos cavitários mesial e distal; grupo 9 – remoção das cúspides vestibulares e preparos cavitários mesial e distal. Todas as cúspides foram rebaixadas a uma distância de 3mm da face oclusal para que o amálgama tivesse uma espessura de 3mm. Os dentes foram embutidos em resina acrílica autopolimerizável mantendo distância de 2mm da região da junção cimento-esmalte para o acrílico. Os preparos cavitários foram realizados com broca carbide 330 e em seguida restaurados com liga de amálgama com alto conteúdo de cobre (Spherodon, M Silamet). Em seguida foram submetidos ao ensaio de compressão com inclinação de 30° em relação ao longo eixo do dente. Os resultados obtidos foram (N): G1- 1137,6; G2-1261,4; G3-823,4; G4-768,8; G5-906,3; G6-730,2; G7-655,8; G8-799,7; G9-825,6. Os autores concluem que dentes tratados endonticamente e com abertura conservadora ou dentes com as cúspides removidas e restaurados com amálgama apresentam elevados valores de resistência à fratura.

BELLI *et al.* (2005) avaliaram o efeito do uso da fibra de vidro associada a uma base de resina tipo *flowable* na resistência à fratura de molares mandibulares *in vitro*. Para isso, sessenta dentes com dimensões similares foram divididos nos seguintes grupos: G1- dentes hígidos; G2- tratamento endodôntico (ENDO) + preparo cavitário MOD; G3- ENDO + MOD + sistema adesivo (Clearfil SE Bond, Kuraray) + resina composta (Clearfil APX, Kuraray) inserida e fotoativada em incremento único; G4 – ENDO+MOD+ sistema adesivo + 1 camada de resina *flowable* (Protect liner F, Kuraray) + resina composta; G5 – ENDO + MOD + sistema adesivo + *flowable* + fibra de vidro (Ribbond, Ribbond Inc.)+ resina composta. No G5 antes da polimerização da resina *flowable* a fibra de polietileno foi assentada na resina no fundo da cavidade no sentido vestibulo-lingual e ,então, fotoativada. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão com uma bola de 5 mm de diâmetro sob 0,5 mm/min de velocidade. Os resultados obtidos foram (N): G1 – 1676; G2 – 376,51; G3 – 733,23; G4 – 786,48; G5 – 943,63. Os autores concluíram que o uso de uma resina composta tipo *flowable* não teve efeito na resistência à fratura de um dente restaurado com resina composta. No entanto, encontraram que o uso de uma fibra de polietileno aumentou significativamente a resistência à fratura dos molares com preparos cavitários MOD quando comparados aos dentes que foram restaurados apenas com resina composta.

SANTOS e BEZERRA (2005) avaliaram a resistência à fratura de 40 pré-molares utilizando restaurações diretas ou indiretas. Os dentes foram divididos em 4 grupos de 10: G1) hígidos; G2) preparo cavitário MOD e endodontia; G3) MOD restaurado com resina composta direta Z100 (3M-ESPE); G4) MOD restaurado com com cerâmica IPS-Empress (Ivoclar-Vivadent). Após a confecção dos grupos os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão utilizando uma bola de aço de 8 mm de diâmetro sob velocidade de 0,5mm / min.. Os resultados obtidos foram: G1) 138.4 Kg; G2) 49 Kg; G3) 105.4 Kg; G4) 82.7 Kg. Os testes de Anova e Tukey indicaram que o preparo cavitário significativamente

enfraqueceu o remanescente coronário. A resistência à fratura do dente restaurado com a técnica direta não foi diferente dos dentes com restaurações indiretas. Nenhum dos dentes foi capaz de restaurar completamente a resistência dos dentes hígidos. Os autores concluem que restaurações diretas e indiretas são capazes de restaurar parcialmente a resistência à fratura de dentes enfraquecidos.

BELLI, ERDEMIR e YILDRIN (2006) avaliaram dois tipos de técnicas de colocação de fibras de polietileno em molares com cavidades padronizadas MOD. Para isso eles utilizaram cinquenta molares inferiores distribuídos em cinco grupos (n=10), sendo que o grupo 1 foi o grupo controle, com dentes que não sofreram preparo de nenhum tipo. Dos grupos 2 ao 5, todos os dentes receberam preparos cavitários do tipo MOD com acesso endodôntico. O grupo II não sofreu nenhum tipo de tratamento restaurador, e o grupo III e IV foram restaurados com resina composta, sendo que no grupo IV foi inserido uma fibra de polietileno no interior da cavidade, no sentido das paredes vestibular e lingual, e no grupo V a fibra foi inserida após a cavidade ter sido restaurada com resina do tipo *flowable* por sobre ela. Como resultados, os autores acharam diferenças estatísticas para todos os grupos, uma vez que o grupo controle foi o de resistência mais elevada, com 1671,57N, o grupo II foi de 340,70N, o grupo III foi de 575,40N, o grupo IV foi de 1050N e o grupo 5 foi de 753,70N. Como conclusão, os autores afirmam baseado nos dados desse estudo que a colocação de fibra de polietileno em cavidades MOD aumenta a resistência à fratura de molares com acesso endodôntico.

DELIPERI e BARDELL (2006) avaliaram o desempenho clínico de restaurações classe II em resina composta com cobertura de cúspide. Para tal, 20 pacientes com 25 molares com uma ou duas cúspides faltantes foram selecionados. Os dentes foram restaurados utilizando condicionamento com ácido fosfórico 35%, sistema adesivo PQ1 e resina composta

Vitalescence (Ultradent). As paredes circundantes foram restauradas primeiro e depois a dentina e esmalte oclusal seguindo a técnica de estratificação natural. As restaurações foram avaliadas no período de 6 meses a 30 meses seguindo os critérios USPHS com dois operadores previamente calibrados e com 85% de concordância. Nenhuma falha foi observada e todos os critérios receberam critérios alfa. Sessenta e quatro por cento dos pacientes relataram sensibilidade ao ar. Os autores concluíram que após 30 meses as restaurações de resina composta com cobertura de cúspide apresentaram excelente resultado.

BELTRÃO (2006) avaliou, através do ensaio de resistência a fratura, dentes com tratamento endodôntico e restaurados com resina composta associada ou não à pinos de fibra de vidro inseridos horizontalmente entre as cúspides vestibular e palatina. Para tal, setenta e cinco terceiros molares superiores hígidos e extraídos foram embutidos em resina acrílica e divididos em cinco grupos: Grupo A – hígidos (controle); Grupo B – preparo MOD; Grupo C – preparo MOD e pino transfixado; Grupo D – preparo MOD e resina composta; Grupo E – preparo MOD + pino transfixado + resina composta. Após o esvaziamento da câmara pulpar dos Grupos B,C,D,E foram realizados os tratamentos descritos anteriormente e os dentes foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em uma máquina de ensaios universal EMIC DL-2000 com velocidade de 1mm/min.. Após o ensaio, os dentes foram avaliados quanto ao padrão de fratura sendo esta classificada em cúspides; assoalho da câmara pulpar; cúspides + assoalho da câmara pulpar. A observação deste padrão de fratura determinou o diagnóstico do dente em recuperável, condenado ou duvidoso. Os resultados (N) obtidos foram: GA ($4289,8 \pm 1128$ (A)); GB ($549,6 \pm 120,7$ (B)); GC ($1474,8 \pm 338,1$ (C)); GD ($1224,7 \pm 236$ (C)); GE ($2645,4 \pm 675,1$ (D)). O padrão de fratura detectado foi de 16% em assoalho pulpar, cúspide 56% e assoalho pulpar + cúspide 56%. O tipo de diagnóstico obtido foi de 32% condenados, 62,7% recuperáveis e 5,3% duvidosos. O autor concluiu que a

utilização de um pino de fibra transfixado horizontalmente em uma cavidade MOD elevou significativamente a resistência à fratura do preparo e da restauração de resina.

SISO *et al.* (2007) compararam a resistência a fratura de dentes pré-molares restaurados com diversas técnicas restauradoras. Para tanto, oitenta dentes foram divididos em 8 grupos (os grupos G2 a G8 receberam tratamento endodôntico prévio e preparo cavitário MOD): G1- hígido; G2- preparo cavitário MOD; G3- sistema adesivo (iBond (Hareaus Kulzer) + resina composta condensável (Solitaire 2); G4 – sistema adesivo (iBond) + resina *flowable* (Flowline, Hareaus-Kulzer) + resina composta condensável (Solitaire); G5 – sistema adesivo (Gluma Confort Bond, Hareaus-Kulzer) + resina condensável; G6- sistema adesivo (Admira Bond, Voco)+resina composta Admira; G7-pino de fibra de vidro no canal radicular + sistema adesivo (One-Step, Bisco)+ resina composta Renew (Bisco); G8 – pino de zircônia + sistema adesivo One Step + Renew. Os resultados obtidos foram (N): G1- 732,20; G2- 119,20; G3-321,50; G4-279,30; G5-407,50; G6-477,70; G7- 498; G8-504,70. Após a confecção dos grupos os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão com velocidade de 1mm/min e angulação de 150° em relação ao longo eixo. Os autores concluem que dentes restaurados com a técnica adesiva com ou sem pinos intraradiculares aumentam a resistência a fratura das cúspides vestibulares. Além disso, o uso de uma resina composta do tipo *flowable* não aumenta a resistência a fratura do dente restaurado.

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 Materiais

Os materiais utilizados para a realização deste estudo estão descritos nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1 - Materiais utilizados na pesquisa

PRODUTO	FILTEK Z250	KETAC FIL PLUS	ADPER SINGLE BOND 2
Tipo	Compósito Micro-híbrido	Cimento de ionômero de vidro químico para restauração	Sistema adesivo (adesivo + primer) de dois passos
Lote número	5BU	173038 (Líquido) 174018 (Pó)	4BN
Composição	Zircônia/Sílica (60% em volume) BIS-GMA UDMA BIS-EMA TEGDMA	Pó: vidro de fluórsilicato alumínio-lantânio, cálcio, copolímero de ácido acrílico e ácido maleico, ácido benzóico e pigmentos Líquido: água, copolímero de ácido acrílico, ácido tartárico e ácido benzóico	HEMA (5-15%); BIS-GMA (10-20%) Água (<5%); álcool etílico (25-35%); Glicerol 1,3 Dimetacrilato (5- 15%); Copolímero de ácido acrílico e ácido itaconico (5-15%); diuretano dimetacrilato (1-5%); nanopartículas de sílica (10-20%)
Validade	04/2008	Líquido (03/2007) Pó (04/2007)	10/2007
Fabricante	3M/ESPE St.Paul MN, USA	3M/ESPE St.Paul MN, USA	3M/ESPE St.Paul MN, USA

Quadro 2 - Fibras utilizadas no experimento

PRODUTO	INTERLIG	FIBREX LAB MEDIAL
Tipo	Fibra de vidro trançada	Fibra de vidro unidirecional
Apresentação	Fibras de vidro em tiras de forma trançada impregnadas com resina composta, espessura 0,2 mm, largura 2mm	Fibras de vidro de forma unidirecional impregnadas com resina composta fotopolimerizável espessura 0,2mm largura 2mm
Lote	1842	4374
Composição	Resina Bis-GMA, cerâmicas de vidro de Bário, dióxido de silício altamente disperso, catalizadores e pigmentos	Bisfenol A bisglicidil metacrilato, cerâmicas de vidro de Bário, dióxido de silício altamente disperso, catalizadores e pigmentos
Validade	08/2007	09/2007
Fabricante	Ângelus Ind. de Produtos Odontológicos Ltda Londrina - PR - Brasil	Ângelus Ind. de Produtos Odontológicos Ltda Londrina - PR - Brasil

4.2 Método

O protocolo desta pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Noventa terceiros molares superiores humanos hígidos foram extraídos por indicação terapêutica mediante termo de consentimento assinado pelos pacientes coletados. Para desinfecção foram imersos em solução de cloramina a 0,5% por 48 horas. Após este período foram armazenados em água destilada sob refrigeração a 4°C por um período menor que seis meses. Foram registradas as dimensões vestibulo-palatina e méso-distal de cada dente com ajuda de um paquímetro digital (MITUTOYO, SUZANO, SP, Brasil) calibrado em 0,1mm aplicado no ponto mais proeminente destas faces conforme descrito por MONDELLI *et al.* (1998). Para inspeção dos dentes para detecção da presença de trincas ou fraturas foi utilizada

uma lupa com aumento de 4 vezes (Bioart, São Paulo, SP) obtendo-se como largura média vestibulo-lingual a medida de $10,71 \text{ mm} \pm 0,63$ e mésio-distal de $9,30 \text{ mm} \pm 0,55$. Os dentes selecionados foram divididos aleatoriamente nos seguintes grupos (n=15 por grupo): Grupo 1 (dentes hígidos, controle); Grupo 2 (dentes com preparo cavitário MOD); Grupo 3 (dentes com preparo cavitário MOD, com acesso endodôntico); Grupo 4 (dentes com preparo cavitário MOD, acesso endodôntico e restauração de resina composta); Grupo 5 (dentes com preparo cavitário MOD, acesso endodôntico, fibra trançada entre as paredes vestibular e lingual e restauração com resina composta); Grupo 6 (dentes com preparo cavitário MOD, acesso endodôntico, fibra unidirecional entre as paredes vestibular e lingual e restauração de resina).

• PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

Para inclusão dos dentes foi utilizado um cilindro de PVC com as dimensões de 2cm de altura por 3 de diâmetro. O acrílico autopolimerizável (Jet, Clássico Prod. Odont., Rio de Janeiro, Brasil) foi inserido no interior do tubo de PVC e no momento da fase de massa o dente foi incluído no acrílico de modo que a coroa ficasse totalmente exposta ao meio. Para facilitar o correto posicionamento do dente foi realizada uma demarcação 2mm aquém do colo anatômico do dente a qual seria o limite entre acrílico-coroa dentária. Após a inclusão os dentes foram identificados com números de 1 a 90 e armazenados em água destilada.

• PREPARO CAVITÁRIO MOD

Para realização do preparo cavitário MOD foi previamente criado um equipamento para padronizar os movimentos durante o procedimento. Este dispositivo foi confeccionado sobre um corpo de microscópio óptico (Figura 1).

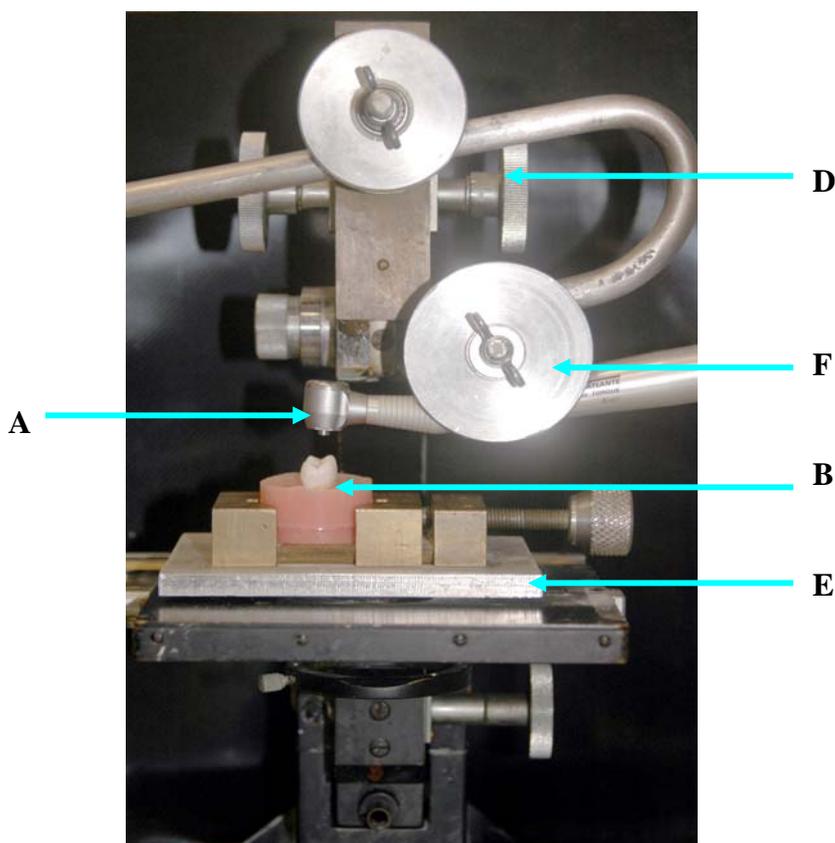


Figura 1 - Dispositivo para padronização do preparo cavitário MOD. A- caneta de alta rotação; B - dente embutido em acrílico; C- trava de fixação do corpo de prova; D - parafuso para movimento vertical da caneta de alta rotação; E - mesa para movimento horizontal do corpo de prova; F- suporte da caneta de alta rotação.
(Equipamento gentilmente cedido pelo Prof. Luiz Henrique Burnett Jr)

A realização dos preparos cavitários seguiu a metodologia descrita por ÇOTERT, SEN e BALKAN (2001), e BELTRÃO (2006) na qual uma linha foi delimitada a partir do sulco central para permitir que as paredes vestibular e palatina do preparo ficassem equidistantes em relação à medida de dois terços da distância intercuspídea. Esta linha sobre o sulco central foi

estendida à face mesial, passando sobre a crista marginal, indo em direção ao colo dental até atingir a altura de quatro milímetros. Esta foi a profundidade determinada para o preparo. A largura vestibulo-palatina pré-determinada na oclusal foi estendida para a face mesial, ficando definida igual largura para as caixas proximais. Uma ponta diamantada número 2143 (KG Sorensen, São Paulo, SP) foi selecionada para a realização do preparo cavitário. Inicialmente foi posicionada na face mesial sobre a linha central na extensão do comprimento predeterminado. A seguir, foi realizada uma caixa de mesial até a distal com a largura da ponta 2143. A partir desta canaleta, foi definida a parede vestibular e a palatina do preparo até os limites predeterminados de maneira que o assoalho gengival uniu-se ao assoalho pulpar da caixa oclusal, formando um corredor único de mesial à distal. Portanto, o preparo MOD apresentou somente paredes vestibular e palatina, um assoalho comum de mesial à distal e os ângulos axio-pulpar vestibular e palatino arredondados naturalmente pelo formato da extremidade da ponta diamantada 2143. Esta foi trocada a cada cinco preparos os quais foram realizados por um único operador. O ângulo cavo superficial recebeu acabamento manual com recortador de margem número 28 e 29 (SSWhite Art. Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil). A Figura 2 ilustra o formato do preparo cavitário e suas dimensões.

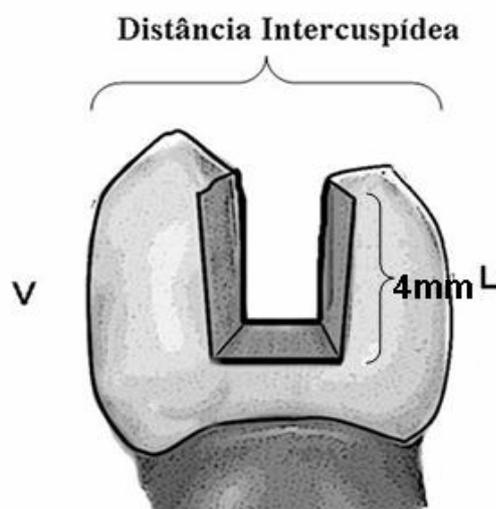


Figura 2 - Ilustração do preparo cavitário utilizado no experimento

• ENDODONTIA

Após o preparo MOD ter sido concluído foi realizada a endodontia dos canais radiculares seguindo a técnica cérvico-apical ou de Oregon onde inicialmente foi utilizada para a abertura coronária uma ponta diamantada número 1013 (KGSorensen Ind. e Com Ltda., Barueri, SP, Brasil) em alta rotação com refrigeração de *spray* água-ar. No desgaste compensatório foi utilizada uma broca Endo-Z (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil), em alta rotação sob refrigeração com *spray* ar-água. O preparo dos canais seguiu a seguinte orientação:

1) verificou-se qual lima penetrava alguns milímetros no canal radicular. Por exemplo, lima 40. Após a penetração girava-se $\frac{1}{4}$ de volta no sentido horário e $\frac{1}{4}$ no sentido anti-horário. Em seguida o canal foi irrigado com hipoclorito 2,5%. Após, aplicou-se a lima 35 com os mesmos movimentos e irrigação. Estes procedimentos foram realizados com instrumentação seriada com limas endodônticas (Flexo File, Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) até o número 15 o qual foi introduzido com auxílio de um cursor na profundidade de 10mm. Após, houve a secagem dos canais com cones de papel (Tanari Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil). Em seguida, com auxílio da condensação lateral foi inserida a guta-percha (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) e cimento endodôntico para obturação Fill Canal (Technew, São Paulo, SP) para obturação (Figura 3).

Após a endodontia dos dentes foi realizado o preenchimento da câmara pulpar com cimento de ionômero de vidro Ketac Fil Plus (Figura 4).

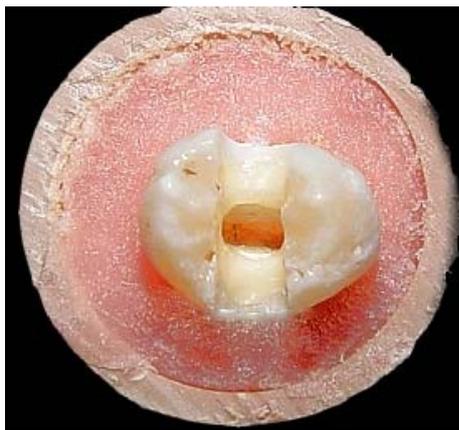


Figura 3 - Preparo cavitário MOD com o esvaziamento da câmara pulpar



Figura 4 - Preenchimento da câmara pulpar com cimento de ionômero de vidro

Em seguida, foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico (Vococid, Voco, Cuxhaven, Alemanha) a 35% em toda a cavidade, iniciando pelo esmalte e finalizando na dentina pelo tempo de 15 s. Após, a cavidade foi lavada com *spray* de ar e água por 30 segundos para a remoção do ácido e foi seca com bolinhas de algodão. Aplicou-se duas camadas consecutivas do sistema adesivo SingleBond nas áreas condicionadas com um microbrush (Figura 5). Após, foram secas suavemente com um jato de ar durante o tempo de cinco segundos e fotoativado por 20 segundos com luz halógena (XL 3000, 3M-ESPE, St. Paul, EUA) aferido com radiômetro de cura (Demetron, Kerr, Orange, EUA).

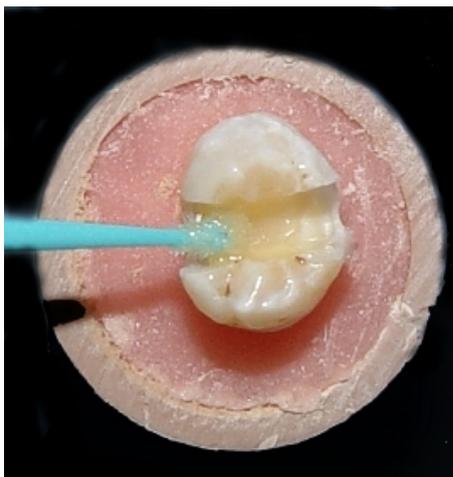


Figura 5 - Aplicação do sistema adesivo

Nos Grupos 5 e 6 este procedimento foi realizado antes da inserção dos diferentes tipos de fibras, trançada e unidirecional (Figuras 6 a 11).

• RESTAURAÇÃO DOS GRUPOS 5 E 6 COM FIBRAS

Após seguir todos os passos descritos até a polimerização do sistema adesivo, aplicou-se a fibra. Foram cortados 3 mm de comprimento de cada fibra a qual foi introduzida com uma pinça no preparo cavitário no sentido vestibulo-lingual e polimerizada por 40 segundos seguindo a especificação do fabricante. Após, os espécimes foram restaurados seguindo o critério descrito anteriormente.



Figura 6 - Fibra trançada



Figura 7 - Fibra unidirecional



Figura 8 - Colocação da fibra unidirecional na cavidade



Figura 9 - Adaptação da fibra unidirecional na cavidade



Figura 10 - Polimerização da fibra unidirecional



Figura 11 - Fibra unidirecional polimerizada

• PROCEDIMENTO RESTAURADOR

Para a restauração do preparo cavitário MOD foi utilizada a resina composta fotopolimerizável Filtek Z 250 na cor A3. O material foi inserido na cavidade com o auxílio de uma espátula para resina composta (Goldstein #2, Hu-Friedy Manufacturing CO, Chicago, IL, EUA) utilizando-se a técnica incremental descrita a seguir por BELTRÃO (2006):

- O primeiro incremento colocado na parede palatina em plano inclinado indo da metade do assoalho da cavidade até altura do cavo superficial;
- O segundo incremento colocado na parede vestibular da mesma forma que o da parede palatina;
- O terceiro incremento em plano inclinado sobre a metade inferior do incremento vestibular até a altura do cavo superficial da parede palatina;
- O quarto incremento em plano inclinado sobre a metade inferior do incremento palatino até a altura do cavo superficial da parede vestibular;
- Os dois últimos incrementos colocados individualmente formaram um ângulo intercuspídeo vestibulo-palatino de 90° para padronizar a inclinação das cúspides e facilitar o assentamento da barra cilíndrica somente em superfície dentária no momento do teste compressivo. Para tal, foi utilizado um esquadro metálico. Em nenhum momento os incrementos foram colocados em contato simultâneo com as paredes vestibular e palatina e cada um deles foi fotoativado por 20 segundos, seguindo as instruções do fabricante. Após o término da restauração os espécimes foram armazenados por 24 h em água destilada a 37 °C (Figura 12).



Figura 12 - Restauração concluída

Quadro 3 - Distribuição dos grupos do estudo

Grupos	Dentes (n)	Preparo Cavitário (MOD)	Tratamento endodôntico	Resina composta	Fibra de vidro
G1	15	Não	Não	Não	Não
G2	15	Sim	Não	Não	Não
G3	15	Sim	Sim	Não	Não
G4	15	Sim	Sim	Sim	Não
G5	15	Sim	Sim	Sim	Sim
G6	15	Sim	Sim	Sim	Sim

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

- Grupo 1 (dentes hígidos - controle): inclusão do dente na resina acrílica;
- Grupo 2 (MOD sem endo): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD;
- Grupo 3 (MOD com endo): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD, endodontia;
- Grupo 4 (MOD+Endo+restauração de resina): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD, Restauração de resina;
- Grupo 5 (MOD+Endo+ fibra trançada + restauração de resina): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD, endodontia, aplicação do adesivo, colocação da fibra, restauração com resina composta;
- Grupo 6 (MOD+Endo+ fibra unidirecional +Resina): inclusão do dente na resina acrílica, padronização e preparo cavitário MOD, endodontia, aplicação do adesivo, colocação da fibra e restauração com resina composta.

Depois de concluída a seqüência relativa a cada grupo, os corpos de prova foram armazenados em água destilada e mantidos por no mínimo 24 horas à temperatura de 37°C em uma estufa (Fanem, Modelo 002-CB, São Paulo, SP, Brasil).

• ENSAIO MECÂNICO

Após armazenagem, os corpos de prova foram retirados da estufa e submetidos ao teste de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal EMIC DL – 2000 (São José dos Pinhais, PR, Brasil) com velocidade de 1 mm/min. Um cilindro metálico com 7,5 mm de diâmetro e 16 mm de comprimento foi assentado no sentido mésio-distal nos planos inclinados das cúspides vestibulares e linguais tocando apenas na estrutura dental (Figura 13). Os resultados obtidos em Newtons bem como a curva de deformação e deslocamento foram interpretados utilizando o software Mtest.

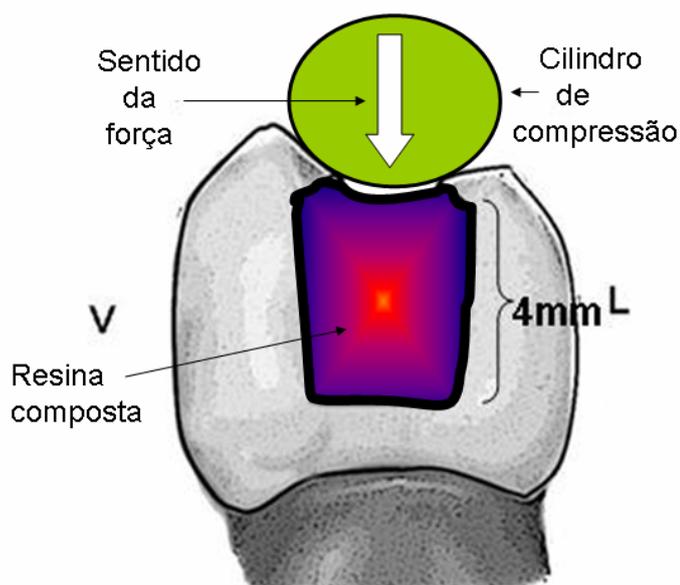


Figura 13 - Ilustração esquemática do ensaio de resistência à fratura

O cilindro de compressão com 7,5 mm de diâmetro não deve tocar na restauração de resina.

• ANÁLISE DAS VARIÁVEIS QUALITATIVAS

TIPO DE FRATURA

Após realizado o ensaio de resistência a fratura, os corpos de prova foram submetidos ao exame visual para a avaliação do padrão de fratura. Foram classificados três tipos de fratura seguindo classificação proposta por UYEHARA, DAVIS e OVERTON (1999) e BELTRÃO (2006): fratura de assoalho pulpar, fratura de cúspide e fratura de assoalho pulpar e cúspide. Foi considerada fratura de assoalho quando a linha de fratura dividiu o dente em duas partes ao nível somente do assoalho pulpar da cavidade, independente do sentido ser vestibular/palatino ou mesial/distal (Figura 14). Foi considerada fratura de cúspide quando a linha de fratura envolveu total ou parcialmente a cúspide, independente da presença ou ausência do seu deslocamento (Figura 15). Foi considerada de fratura de assoalho pulpar e cúspide quando houve a associação das duas fraturas citadas acima (Figura 16).

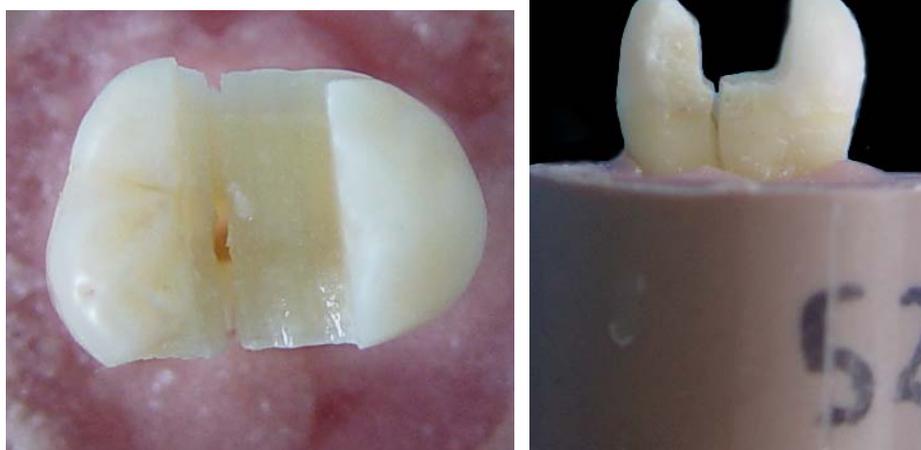


Figura 14 - Fratura de assoalho pulpar



Figura 15 - Fratura de cúspide



Figura 16 - Fratura de assoalho pulpar e cúspide

DIAGNÓSTICO DO DENTE

Depois de realizado o teste de resistência à fratura todos os corpos de prova foram submetidos ao exame visual para a avaliação do término da linha de fratura. Foram determinados três tipos de diagnóstico para o dente seguindo a metodologia proposta por Beltrão (2006): condenado, recuperável e duvidoso. O dente foi considerado condenado quando a linha de fratura ocorreu em toda a extensão vertical do assoalho da câmara pulpar, dividindo a coroa em duas partes, uma vestibular e outra palatina. O dente foi considerado

recuperável quando a linha de fratura foi parcial tanto no sentido vertical quanto horizontal, não dividindo a coroa em duas partes. O dente foi considerado com diagnóstico duvidoso quando o término da linha de fratura não pode ser identificado com precisão.

TESTE ESTATÍSTICO

Após a obtenção dos resultados, para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste Shapiro Wilk. Com o objetivo de comparar os grupos entre si, foram realizados os testes estatísticos Análise de Variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). A análise estatística foi realizada com o software Statistix for Windows v.8.0 (Analytical Software, Tallahassee, FL, EUA).

5 RESULTADOS

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA

Todos os Grupos apresentaram distribuição normal e, sendo assim foi aplicado o teste de Análise de Variância (ANOVA) (Tabela 1). Os valores obtidos para cada corpo de prova encontram-se no Apêndice B.

Tabela 1 - Tabela de Análise de Variância (ANOVA) dos grupos estudados

Fonte	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	<i>p</i>
Entre grupos	5	1,57	3,14	60,5	0,001
Dentro dos grupos	84	4,37	520522		
Total	89	2,10			

Observa-se na Tabela 1 que o valor de *p* ($p=0,001$) indica a presença de diferença estatística entre os grupos. Assim foi realizado o teste de Tukey ($p<0,05$) para detectar quais grupos diferiram entre si (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios da resistência à fratura (N)

Grupos	n	Média (N)	Desvio-padrão	Coef. Var.
G1 (dentes hígidos)	15	4960 A	1146,7	23,11
G2 (MOD+ Sem endo)	15	1926,20 B	647,85	33,63
G3 (MOD+Endo)	15	612,84 C	133,45	21,77
G4 (MOD+ Endo+resina)	15	1813,9 B	798,91	44,04
G5 (MOD+Endo+ resina+fibra trançada)	15	2024,5 B	637,11	31,47
G6 (MOD+Endo+resina+fibra unidirecional)	15	1879,1 B	571,41	30,41

* Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística significativa para Tukey ($p\leq 0,05$).

A partir destes resultados, verificou-se que:

1. Os grupos dos dentes hígidos (G1) e G3 (MOD + Endo) apresentaram a maior e a menor média, respectivamente, demonstrando diferença estatística para os outros grupos ($p \leq 0,05$).
2. O G3 (MOD+Endo) foi o grupo que apresentou a menor média para a resistência à fratura, diferindo significativamente daquelas obtidas para os demais grupos ($p \leq 0,05$).
3. Os Grupos G2 (MOD sem Endo), G4 (MOD+Endo+Resina), G5 (MOD+endo+resina+Fibra trançada) e G6 (MOD+endo+resina+fibra unidirecional) apresentaram médias intermediárias para a resistência à fratura em relação aos Grupos A e C. Não diferiram significativamente entre si, porém apresentaram diferenças significativas em relação aos demais grupos ($p \leq 0,05$).
4. A presença preparo cavitário MOD com endodontia reduz em 61,16% a resistência de um dente hígido.
5. Quando um tratamento endodôntico está associado ao preparo MOD há uma redução de 87,64% da resistência à fratura de um dente hígido.
6. A realização do tratamento restaurador com resina composta em um dente com preparo MOD apresenta resistência de 63,42% inferior ao dente hígido.
7. A restauração de um dente com preparo cavitário MOD mais tratamento endodôntico com a fibra do tipo trançada e resina composta torna-o 59,18% menos resistente do que um dente hígido.

8. O tratamento restaurador com resina composta e fibra de vidro tipo unidirecional torna o dente com preparo cavitário MOD e endodontia 62,11% menos resistente do que um dente hígido.

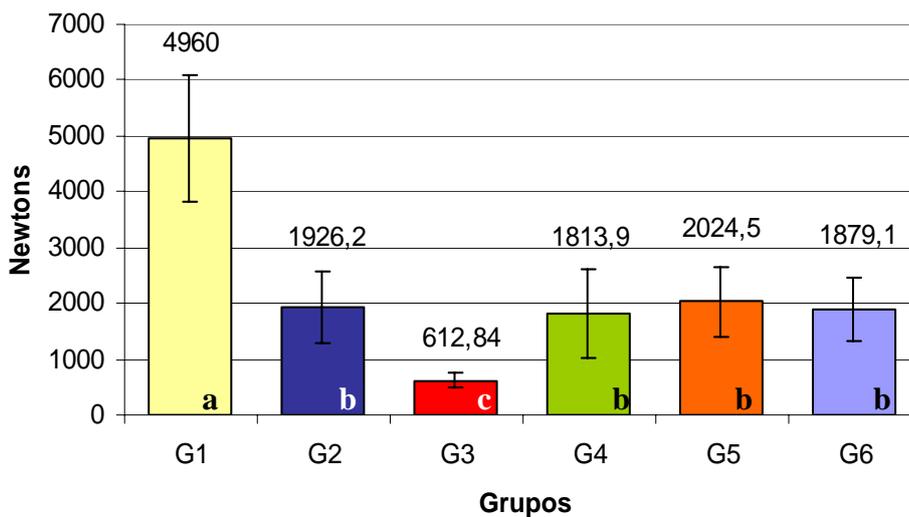


Figura 17 - Ilustração gráfica dos valores médios da resistência à fratura entre os grupos de teste.

* Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística para Tukey ($P < 0,05$).

ANÁLISE DAS VARIÁVEIS QUALITATIVAS

Os resultados da análise das variáveis qualitativas, tipo de fratura e tipo de diagnóstico estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Relação entre o tipo de fratura e o diagnóstico para os grupos de estudo

GRUPOS	TIPOS DE FRATURAS			TIPOS DE DIAGNÓSTICO		
	Assoalho Pulpar	Assoalho Pulpar e Cúspide	Cúspide	Diagnóstico Duvidoso	Recuperável	Condenado
G1	-	53,3%(8)	46,7%(7)	-	46,7% (7)	53,3%(8)
G2	20,0%(3)	33,3%(5)	46,7%(7)	6% (1)	46,7% (7)	46,7%(7)
G3	20,0%(3)	66,7%(10)	13,3%(2)	-	13,3% (2)	86,7%(13)
G4	40,0%(6)	20,0%(3)	40,0%(6)	13,3%(2)	40,0% (6)	46,7%(7)
G5	80%(12)	13,3%(2)	6,7%(1)	20,0%(3)	6,7% (1)	73,3%(11)
G6	53,3%(8)	40% (6)	6,7%(1)	13,3%(2)	6,7%(1)	80%(12)

Segundo a Tabela 3 houve um predomínio da fratura de cúspide para o grupo G2. Para os Grupos G1 e G3 houve maior prevalência de fraturas associadas (assoalho + cúspide). Nos Grupos G5 e G6 houve maior frequência de fraturas de cúspide. Em G4 houve uma distribuição mais uniforme entre fraturas de cúspide (40%) e assoalho pulpar (40%).

6 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos no trabalho, a hipótese nula foi rejeitada. Os fatores principais que podem ter contribuído para estes achados foram: a restauração dos preparos cavitários MOD com resina composta e fibras de vidro e a presença ou não do teto da câmara pulpar.

Quanto mais extenso o preparo cavitário, mais agressiva é a fratura, portanto, a padronização de cavidades MOD amplas busca caracterizar uma condição clínica limite (BURKE, 1992). Além disso, dentes com tratamento endodôntico apresentam um maior índice de fratura e quando elas ocorrem na sua grande maioria causam um dano que pode condenar um dente a extração (CRAIG e DOUGLAS, 1990; MONDELLI *et al.*, 1998; UYEHARA, DAVIS e OVERTON, 1999). Por esse motivo os dentes desse estudo, nos grupos 3, 4, 5 e 6 sofreram endodontia, sendo que no grupo 1, os dentes não sofreram nenhum tipo de tratamento, servindo assim como grupo controle. O grupo 2 sofreu apenas preparo cavitário, sem endodontia, a fim de comparar a influência do teto da câmara pulpar e a perda de estrutura no preparo das entradas do conduto na resistência à fratura entre os grupos.

No Grupo G1 (controle) com resistência à fratura de 4260 N e o G3 (MOD+Endo) com 612 N demonstraram ser a maior e a menor média, respectivamente, com diferença estatística significativa entre si e em relação aos outros grupos. Estes achados estão em acordo com outras pesquisas, porém apresentam diferenças de valores médios em virtude das diversas metodologias empregadas por outros autores que utilizaram molares (CRAIG e DOUGLAS 1990; MONDELLI *et al.*, 1998; ASSIF *et al.*, 2003; BELLI *et al.*, 2005;

SANTOS e BEZERRA, 2005; BELTRÃO, 2006). O mesmo aplica-se para o Grupo 3. BELLI *et al.* (2005) também relataram que dentes molares com tratamento endodôntico e preparos MOD apresentaram os menores valores de resistência à fratura (376,51 N) quando comparados aos dentes hígidos (1676 N). Assim é possível observar a dificuldade de comparar os dados encontrados neste estudo com os outros métodos existentes na literatura. As diferenças mais significativas estão relacionadas à velocidade de ensaio que varia de 0,5 mm/min. a 2 mm/min., o dispositivo de compressão que pode ser do tipo bola com diâmetros de 4mm a 10mm bem como na forma cilíndrica, ao tamanho dos preparos cavitários principalmente no que tange a largura do istmo que vai de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ da distância das cúspides vestibulares e linguais, o tipo de dente utilizados pré-molares inferiores ou superiores bem como molares superiores ou inferiores, a presença ou ausência do teto da câmara pulpar.

O grupo G2 (MOD sem endo) serviu para mostrar a diferença entre a presença ou não do assoalho pulpar como mecanismo natural de reforço. Observa-se que houve uma diferença significativamente maior quanto à resistência para o grupo G2 se comparado com o grupo G3 (MOD + endo), comprovando que a presença do teto da câmara pulpar é fator determinante para a resistência de preparos MOD. Observou-se também que não houve diferença estatística do grupo G2 para os demais grupos restaurados permitindo a especulação de que dentes com preparo cavitário MOD com teto da câmara pulpar possuem a mesma resistência a compressão de dentes com preparos cavitários MOD com endodontia restaurados com resina composta. Pode-se supor que tal fato ocorra em virtude do maior volume de dentina presente em preparos cavitários do Grupo 2, a qual é substituída pela resina composta no grupo 3 cujo módulo de elasticidade, 20,13 GPa (LABELLA *et al.*, 1999), é semelhante à dentina, 18 GPa (AUSIELLO *et al.*, 2002).

A busca de outros materiais que aumentem a resistência de restaurações de resina composta aparece na literatura através da combinação de vários produtos. A utilização de fibras de vidro deste estudo, segue a metodologia de BELLI *et al.* (2005) e BELLI, ERDEMIR e YILDRIM (2006). No primeiro estudo os autores verificaram um resultado significativamente maior para os preparos cavitários MOD em molares restaurados com fibra de polietileno e resina composta (1050 N) do que os restaurados apenas com resina (575,40 N), diferentemente dos resultados encontrados nesse estudo, onde não houve diferença significativa entre os grupos somente com resina composta G4 (1839,9 MPa) e os grupos com dois tipos de fibras G5 (2024,5 MPa) e G6 (1879,1 MPa). Essa diferença pode estar no fato de que no estudo de BELLI, ERDEMIR e YILDRIM (2006) foi realizada uma canaleta na resina composta no sentido mésio-distal e sobre esta aplicou-se uma resina de baixa viscosidade sendo inserido logo após a fibra de polietileno Ribbond a qual foi recoberta com resina composta microhíbrida. Em nosso estudo, utilizou-se a fibra diretamente sobre o sistema adesivo após sua polimerização. Os resultados da aplicação da fibra diretamente sobre o adesivo foram realizadas para termos uma situação mais próxima da descrita pelo fabricante e as recomendações descritas para esplintagem e de colagem de fragmentos descritos por KARAMAN *et al.* (2002), os quais aplicaram a fibra logo após a polimerização do adesivo.

Não obstante, os resultados mostraram que a resistência obtida tanto nos grupos G4, G5, G6, indiferentemente do que havia internamente da restauração, foi a obtida pela força de união do sistema adesivo entre dente e restauração, este desempenhando um papel importante no mecanismo de reforço de restaurações de dentes enfraquecidos já descrito por BELTRÃO (2006) e SISO *et al.* (2007) .

Outro fator avaliado nesse estudo foi à análise qualitativa e quantitativa das falhas, onde fez-se uma associação entre tipo de fratura e diagnóstico dos dentes. Tal avaliação, reforça a idéia de que nada adianta um tratamento restaurador com elevada resistência à fratura se há o rompimento do assoalho da câmara pulpar comprometendo a permanência do dente na cavidade bucal. Os resultados mostraram que nos grupos G5 e G6 os quais receberam as fibras, houveram 80% e 53,3%, respectivamente, de falhas no assoalho pulpar. O restante dividiu-se em fratura de cúspide e assoalho ou somente de assoalho, recebendo um alto percentual de diagnóstico de condenável nos grupos G5 (73,3%) e G6 (80%). Portanto, o uso de fibras, tanto trançada quanto unidirecional, não mostraram melhoras nem quanto à resistência a compressão, nem quanto ao diagnóstico. Esperávamos que com o uso das fibras houvesse a proteção do assoalho da câmara pulpar o qual se rompido promove a condenação do dente à extração ou a tratamentos complexos como hemiseção de raízes e uso de próteses sobre estas áreas as quais tem prognóstico de sucesso incerto. Também é interessante observar que a manutenção do teto da câmara pulpar protege a estrutura dentária da ocorrência de uma fratura de assoalho significativamente, mesmo na presença de um preparo MOD amplo. Neste estudo, o número de falhas de fratura de cúspide para o G2 (MOD sem endo) foi semelhante ao grupo controle G1 (hígido) (46,7% para ambos os grupos), reforçando assim a importância da manutenção do teto da câmara pulpar.

O que parece mais intrigante nos resultados obtidos, foi que de todos os grupos testados os que apresentaram maior número de fraturas apenas de assoalho foram os grupos G5 e G6, justamente os restaurados com utilização de fibras, no qual não apresentaram resistência superior ao grupo somente com resina e ainda apresentaram um grau de fratura mais agressivo. Tal fato pode estar relacionado às propriedades mecânicas destes materiais restauradores. Uma vez que as fibras de vidro utilizadas apresentam elevado módulo de elasticidade conseqüentemente menor será a deformação elástica resultante da aplicação de

uma carga e a transferência da tensão de compressão será realizada ao material localizado abaixo da fibra, no caso o sistema adesivo. HIRATA (2002) verificou que estas fibras quando recebem uma tensão de flexão não se rompem por completo dissipando a força e sim defletem no mesmo sentido da força aplicada. Tal propriedade chamada de tenacidade é a capacidade do material de absorver a energia na zona plástica sem causar a ruptura. Segundo HIRATA (2002) ao receber uma força flexural extrema que busque a deformação plástica da fibra há o rompimento da matriz resinosa ao redor da fibra. Uma vez que os adesivos apresentam baixo módulo de elasticidade, 4,53 GPa, segundo LABELLA *et al.* (1999), não conseguem dissipar a força mastigatória a qual atuará diretamente sobre o assoalho da câmara pulpar de fina espessura promovendo a formação de trincas. Tal fato, demonstra também uma fraca interação das fibras de vidro com o sistema adesivo. Talvez uma solução para isto seja a aplicação de uma camada de resina composta não polimerizada no assoalho da câmara pulpar previamente à inserção da fibra, envolvendo-a. Tal fato, propiciaria um reforço à resina composta e o estabelecimento de uma ligação assoalho-adesivo-resina composta-fibra de vidro mais resistente à fratura do que a ligação assoalho-sistema adesivo-fibra de vidro. HIRATA (2002) demonstrou com o uso de fibras trançadas e unidirecionais que há um aumento significativo da resistência flexural das resinas compostas. Em seu estudo a resina composta Targis sem a fibra de vidro apresentou valor de 92,91 MPa e quando inserida no seu interior a fibra Vectris (Ivoclar) ou Fibrex (Angelus), a resistência aumentou para 421,6 MPa e 384,20 MPa, respectivamente. No entanto, para a fibra trançada Connect (Kerr) o valor foi significativamente inferior, 171 MPa. Segundo BEHR *et al.* (2002) os fatores que afetam a resistência do compósito reforçado por fibra são: orientação das fibras, quantidade de fibras, impregnação da fibra com a matriz resinosa, adesão da fibra à matriz, propriedades da fibra e as propriedades da

matriz. Observa-se em nosso estudo que não houve diferença estatística entre os dentes restaurados com a fibra de vidro trançada ou unidirecional.

Outras técnicas para restaurar dentes tratados endodonticamente estão disponíveis na literatura entre elas o uso de restaurações metálicas fundidas ou cerâmicas (COSTA, PEGORARO, BONFANTE, 1997; ÇÖTERT, SEM, BALKAN, 2001), pinos intrarradiculares, restaurações adesivas com resina composta com ou sem cobertura de cúspides (DELIPERI e BARDELL, 2006), ionômero de vidro, amálgama (ASSIF *et al.*, 2003), pinos de fibra de vidro ou metálicos transfixados horizontalmente nas paredes do preparo cavitário (UYEHARA; DAVIS; OVERTON, 1999; BELTRÃO, 2006), bandas de aço inoxidável (PANE; LAMARA; MESSER, 2002). No entanto, observa-se que para todas elas seja pela técnica direta ou indireta há sempre uma grande dificuldade de restabelecer a resistência à fratura de dentes hígidos devido à quantidade de tecido dental removido, ao desenho geométrico do preparo cavitário, à fadiga dos materiais restauradores bem como da sua interface com a estrutura dentária quando submetidos ao ciclo mastigatório. Tal fato, corrobora com os achados de BURKE (1992) o qual afirma que quando um preparo cavitário apresenta uma dimensão vestibulo-lingual de $\frac{2}{3}$ ou mais da distância intercuspídea é possível recuperar até 60% da resistência à fratura de um dente hígido. Ainda, o autor acrescenta que preparos cavitários com distância de até $\frac{1}{3}$ da distância intercuspídea são capazes de terem a resistência recuperada e equivalente ao dente hígido. Não obstante, quando consideramos as técnicas diretas e indiretas parece não haver na literatura uma diferença significativa uma vez que a taxa de sucesso de ambas são equivalentes (SANTOS e BEZERRA, 2005).

Os resultados obtidos nesse trabalho não mostram que o uso de fibras seja indicado como reforço de dentes com cavidade MOD, confrontando os trabalhos de BELLI *et al.*

(2005), BELLI, ERDEMIR e YILDIRIM (2006) os quais observaram que o uso de fibras de vidro e polietileno propiciam, um significativo aumento da resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente. Isso talvez possa demonstrar que ainda é necessário um maior número de trabalhos nessa área, visto que as divergências nos resultados obtidos com os da literatura.

Apesar da técnica restauradora aqui apresentada seja uma solução mais barata que as restaurações indiretas para tratar dentes mecanicamente comprometidos acreditamos que um ensaio clínico deve ser realizado para comprovar a previsibilidade laboratorial aqui encontrada.

7 CONCLUSÃO

- A utilização de fibra no interior de preparos cavitários MOD não contribuiu para o aumento da resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.
- Não houve diferença quanto à utilização de dois tipos de fibras diferentes trançada ou unidirecional para os grupos testados, nem destes grupos com o grupo restaurado apenas com resina composta.
- A resistência a fratura de dentes com cavidade MOD sem endodontia foi estatisticamente semelhante a de um dente com endodontia quando este foi restaurado com resina composta.
- A restauração com resina composta e fibras não favoreceu o diagnóstico de recuperação da peça dentária uma vez que houve um elevado percentual de falhas de cúspide mais assoalho.

REFERÊNCIAS

ASSIF, D. *et al.* Assessment of the resistance to fracture of endodontically treated molars restored with amalgam. **J Prost Dent**, St. Louis, v.89, n.5, p.462-465, 2003.

AUSIELLO, P. *et al.* Effect of adhesive layer on stress distribution in composites restorations- a 3D finite element analysis. **Dent Mat**, Dallas, v.18, p.295-303, 2002.

BEHR, M., ROSENTRITT, M., LEDWINSKY, E., HANDEL, G. Fracture resistance and marginal adaptation of conventionally cemented fiber-reinforced composite three-unit FPDs. **Int J Prosthodont**, Carol Stream, v.15, n.5, p.467-72, 2002.

BELLI S.; ERDEMIR A.; YILDRIN C., Reinforcement effect of poliethylene fibre in root filled teeth: comparison of two restoration techniques. **Int Endod J**, Oxford, v.39, n.2, p.139-142, 2006.

BELLI, S. *et al.* The effect of fiber insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite. **Int Endod J**, Oxford, v.38, n.2, p.73-80, 2005.

BELTRÃO, Maria Cecília Gomes. **Influência da transfixação horizontal por um pino de fibra vidro na resistência à fratura de molares endodonticamente tratados.** 2006.149f. Tese (Doutorado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, PUCRS, Porto Alegre, RS, 2006.

BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, Washington, v.34, n.6, p.849-853, 1955.

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

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

ÇÖTERT, H.S.; SEN, B.H.; BALKAN, M. *In vitro* comparison of cuspal fracture resistance of posterior teeth restored with various adhesive restorations. **Int J Prosthodont**, Carol Stream, v.14, n.4, p.374-378, 2001.

CRAIG, A.H.; DOUGLAS, J.M. Effect of endodontic access preparation on resistance to crown-root fracture. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.121, n.6, p.712-715, 1990.

COSTA, L.C.; BONFANTE, G.; PEGORARO, L.F.. Influence of different metal restorations bonded with resin on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.77, n.4, p.365-369, 1997.

DELIPERI, S., BARDWELL, D.N. Clinical evaluation of direct cuspal coverage with posterior composite resin restorations. **J Esthet Restor Dent**, Malden, v.18, n.5, p.256-65, 2006.

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

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

HIRATA, Ronaldo. **Resistência Flexural e Módulo de Elasticidade de Resinas Compostas e Fibras de Vidro e Polietileno**. 2002. 89f. Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia, PUCRS, Porto Alegre, RS, 2002.

KARAMAN, A.I., KIR, N., BELLI, S. Four applications of reinforced polyethylene fiber material in orthodontic practice. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Nova York, v.121, n.6, p.650-4, 2002.

LABELLA, R. *et al.* Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. **Dent Mat**, Dallas, n.15, p.128-137, 1999.

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

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

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

SANTOS, M.J.M.C.; BEZERRA, R.B. Fractures resistance of maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques. **J Can Dent Assoc**, Ontário, v.71, n.8, p.585-590, 2005.

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

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

WATTS, D.C. *In vitro* biomechanics of lower molars with minimum Class II composite restorations. **J Dent**, Oxford, v.14, n.3, p.130-134, 1986.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO

A pesquisa “*Resistência à Fratura de Dentes Com preparos cavitários MOD Restaurados com Resina Composta e Fibra de Vidro*”, será realizada no laboratório de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da PUCRS.

O estudo tem o objetivo de avaliar a resistência à fratura dos dentes quando restaurados com resina composta e 2 tipos de fibra de vidro. Sendo que o teste requer a utilização de dentes humanos extraídos por razões terapêuticas, tais como, terceiros molares retidos.

Eu, _____

RG _____, residente a (Rua, Avenida) _____, número _____, cidade de _____, concordo em ceder os dentes que me foram extraídos, por razões terapêuticas, para a pesquisa acima citada.

Ficou esclarecido que o não consentimento em doar os dentes para a pesquisa, em nada prejudica o atendimento a mim prestado na Faculdade de Odontologia da PUCRS.

Havendo qualquer dúvida e o desejo de maiores informações, poderei entrar em contato com Prof. Luiz Henrique Burnett Jr. pelo telefone XXXX, pesquisador responsável. Informações podem também ser obtidas no comitê de ética em pesquisa (CEP) da PUCRS no telefone 3320-3345.

Assinatura do Paciente

Local e Data.

Testemunha 1. Nome.....
Endereço.....
Número do RG.....

Testemunha 2. Nome.....
Endereço.....
Número do RG.....

APÊNDICE B - RESULTADOS DOS TESTES DE COMPRESSÃO

g1		g2		g3		g4		g5		g6	
N	Tipo de falha										
5024	assoalho e cúspide	1076	cúspide	530	assoalho	2245	assoalho e cúspide	1541	assoalho	2610	assoalho
5728	cúspide	1710	cúspide	475	cúspide	1400	cúspide	1770	assoalho	1858	assoalho
5460	cúspide	2050	assoalho	856,4	assoalho	966,8	cúspide	2314	assoalho	1818	assoalho
6315	cúspide	1717	assoalho	638	assoalho	1988	assoalho	3431	assoalho	1650	assoalho
5912	assoalho e cúspide	580,5	assoalho	524	cúspide	1361	cúspide	1271	assoalho	3258	assoalho
5734	cúspide	1552	cúspide	612	assoalho e cúspide	3213	cúspide	1263	assoalho	1505	assoalho
3884	assoalho e cúspide	2221	cúspide	566	assoalho e cúspide	1699	assoalho	2594	assoalho	1604	assoalho
4214	assoalho e cúspide	2768	assoalho e cúspide	708	assoalho e cúspide	1088	assoalho e cúspide	1302	assoalho	1477	cúspide
3018	assoalho e cúspide	1867	cúspide	474	assoalho e cúspide	1340	assoalho e cúspide	1858	assoalho	1554	assoalho e cúspide
3800	cúspide	2309	assoalho e cúspide	792	assoalho e cúspide	1009	assoalho	2701	assoalho	1548	assoalho e cúspide
6650	assoalho e cúspide	1993	assoalho e cúspide	551	assoalho e cúspide	1552	assoalho e cúspide	1731	assoalho	2423	assoalho e cúspide
5985	assoalho e cúspide	3074	cúspide	680	assoalho e cúspide	1978	cúspide	2769	assoalho	1967	assoalho
3174	cúspide	1543	assoalho e cúspide	501	assoalho e cúspide	2731	cúspide	1839	cúspide	1494	assoalho e cúspide
5074	cúspide	2723	assoalho e cúspide	830,2	assoalho e cúspide	1134	assoalho e cúspide	2280	assoalho e cúspide	1011	assoalho e cúspide
4428	assoalho e cúspide	1709	cúspide	455	assoalho e cúspide	3504	assoalho e cúspide	1704	assoalho e cúspide	2409	assoalho e cúspide

ANEXO

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



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

Ofício 1447/06-CEP

Porto Alegre, 18 de dezembro de 2006.

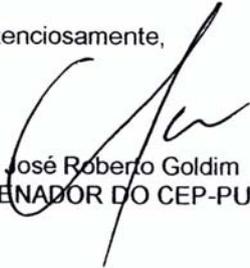
Senhor(a) Pesquisador(a):

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS
apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 06/03473, intitulado:
**"Resistência à fratura de dentes com preparos cavitários MOD restaurados
com resina composta e fibra de vidro"**.

Sua investigação está autorizada a partir da
presente data.

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

Atenciosamente,


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

Ilmo(a) Sr(a)
Prof. Luiz Henrique Burnet Junior
N/Universidade

PUCRS | **Campus Central**
Av. Ipiranga, 6690 – 3º andar – CEP: 90610-000
Fone/Fax: (51) 3320-3345
E-mail: cep@pucrs.br
www.pucrs.br/prppg/cep