

PUCRS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM DENTÍSTICA RESTAURADORA

ALMIR JOSÉ HENKES

**“AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA À FRATURA DE MOLARES TRATADOS
ENDODONTICAMENTE COM PREPAROS CAVITÁRIOS MOD TRANSFIXADOS COM UM
PINO DE FIBRA DE VIDRO EXPERIMENTAL”**

Porto Alegre
2017

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM DENTÍSTICA RESTAURADORA

ALMIR JOSÉ HENKES

“Avaliação *in vitro* da resistência à fratura de molares tratados endodonticamente com preparos cavitários MOD transfixados com um pino de fibra de vidro experimental”

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Odontologia – Área de Concentração em Dentística Restauradora

Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Jr.
ORIENTADOR

Ficha Catalográfica

H513 Henkes, Almir José

Avaliação in vitro da resistência à fratura de molares tratados endodonticamente com preparos cavitários MOD transfixados com um pino de fibra de vidro experimental / Almir José Henkes . – 2017.

65 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Professor Luiz Henrique Burnett Junior.

1. Resistência a compressão. 2. Pino de fibra de vidro. 3. Resinas compostas. I. Burnett Junior, Professor Luiz Henrique. II. Título.

AGRADECIMENTOS

À Deus e a minha família em especial a minha mulher Simone M. B. Henkes pelo constante incentivo e presença no momento em que as dificuldades apareciam.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Jr. pela confiança e ajuda inestimável e fundamental para conclusão deste trabalho.

Ao meu colega Leonardo Schamann, especialista em Endodontia, por realizar a endodontia dos dentes desta pesquisa.

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia, professor Alexandre Bahlis, e na pessoa da coordenadora do curso de pós-graduação em Odontologia, professora Ana Maria Spohr, que viabilizaram esta oportunidade de aprendizado.

À Capes pela disponibilização da bolsa de estudo.

Esta pesquisa faz parte de um projeto guarda-chuva relacionado ao título de capa deste trabalho escrito. Dentro deste amplo projeto foram realizados dois artigos que serão descritos a seguir.

RESUMO GERAL

Este estudo teve por objetivo avaliar, *in vitro*, através do ensaio de resistência à fratura, a influência do posicionamento do pino de fibra de vidro, intracanal ou transfixado horizontalmente, inserido em molares endodonticamente tratados com preparos MOD e restaurados com resina composta, e avaliar o padrão de fratura após o ensaio mecânico; e avaliar, *in vitro*, através do ensaio de resistência à fratura, a influência do pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente, inserido em molares endodonticamente tratados com preparos MOD e restaurados com resinas *Bulk Fill*, e avaliar o padrão de fratura após o ensaio mecânico. No primeiro ensaio, cinquenta molares hígidos extraídos foram embutidos em resina acrílica e divididos em 5 grupos (n=10): hígidos (H); preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico (E); preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico + restauração com resina composta Z250 (R); preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico + pino de fibra vidro no conduto + restauração com resina composta Z250 (FC); preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico pino de fibra vidro transfixado + restauração com resina composta Z250 (FT). No segundo ensaio, noventa molares hígidos extraídos foram incluídos em resina acrílica e divididos em 9 grupos (n=10): G1) Hígidos (H); G2) preparo cavitário MOD (MOD); G3) (MOD) + tratamento endodôntico (E); G4) E + restauração com resina *Bulk fill* (BF); G5) E + *Bulk fill Flow* + Z250 (BFF); G6) preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico + restauração com resina composta Z250 (Z250); G7) E + pino de vidro transfixado (TP) + Z250 (Z250P); G8) E+ TP + *Bulk fill* (BFP); G9) E+ TP + *Bulk fill Flow* + Z250 (BFFP).

Os preparos cavitários MOD foram padronizados com largura de 2/3 da distância vestibulo-lingual, tendo como referência a ponta das respectivas cúspides, e profundidade ocluso-gengival de 4mm, permanecendo 2mm acima do limite amelo-cementário. Foram realizados tratamentos endodônticos em todos os grupos, exceto para o grupo dos dentes hígidos. Após, os dentes foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal. Após realização dos ensaios, os dentes foram inspecionados quanto ao tipo de fratura e classificados em: fratura em assoalho pulpar (não recuperável) ou cúspide (recuperável). Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística para ANOVA e Tukey ($p>0,05$): sendo para o primeiro ensaio, grupo (H) 5558N^A; (E) 950N^C; (R) 1715N^C;

(FC) 1723N^C; (FT) 2621N^B. O padrão predominante de fratura foi em cúspide, e para o segundo ensaio, foi (H) 3930N^a; (MOD) 957,3N^d; (E) 611,2N^d; (BF)1103,3N^d; (BFF)978,3N^d; (Z250)1359,8^d; (Z250P)2525N^b; (BFP)1891,4N^{bc}; (BFFP) 2031,8N^{bc}. O padrão de falha de fratura foi de 52,5% em assoalho da câmara pulpar. A utilização de um pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente (FT) no primeiro ensaio, apresentou o melhor resultado de recuperação da resistência à fratura comparado ao grupo (E). A utilização de um pino de fibra de vidro no conduto, estatisticamente, não obteve maior resistência à fratura (1723N) comparado com o grupo restaurado somente com resina composta, (1715N). No segundo ensaio, um pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente em cavidades MOD com endodontia e restaurar com resinas compostas *Bulk Fill* ou convencional Z250, permitiu maiores valores de resistência à fratura quando comparados à não utilização do pino. O uso do pino de fibra de vidro diminuiu a ocorrência de fraturas de assoalho da câmara pulpar em molares tratados endodonticamente e restaurados com resinas compostas do tipo *Bulk Fill* e convencional.

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

GENERAL SUMMARY

This study aimed to evaluate, in vitro, through the fracture strength testing, the influence of a fiberglass post position position, intracanal or horizontally transfixed, inserted in endodontically treated molars with MOD preparations and restored with composite resin and evaluate the fracture pattern after the mechanical test; and evaluate, through the fracture strength testing, the influence of a horizontally transfixed fiberglass post, inserted in endodontically treated molars with MOD cavity preparation and restored with Bulk Fill resins and to evaluate the fracture pattern after the mechanical test. In the first test, fifty extracted healthy molars were embedded in acrylic resin and divided into 5 groups (n = 10): G1(H) - sound; G2(CP) - cavity preparation (MOD) + endodontic treatment (E); G3 (R) - (MOD) + E + Z250 composite resin restoration (RS); G4- (RFP) (MOD) + E + fiberglass post into root canal + RS; G5 (FT) - (MOD) + E + fiberglass post horizontally transfixed + R; In the second test, ninety extracted molars were embedded in acrylic resin and divided into 9 groups (n = 10): G1) Sound (H); G2)cavity preparation (MOD); G3) MOD + root canal treatment (E); G4) E + Bulk fil composite resin (BF); G5) E + Bulk fill flow composite resin (BFF) + Z250 composite resin (250); G6) E + Z250; G7) E + transfixed fiberglass post (TP) + Z250 (Z250P); G8)E +TP+BF (BFP); G9) E + TP + BFF + Z250 (BFFP). The MOD cavity preparations were standardized with 2/3 width of the vestibular-lingual distance, with reference to the tip of the respective cusps, and occlusal-gingival depth of 4 mm, remaining 2 mm above the cement-cementum limit. The root canal treatments were performed in all groups, except for H group. Afterwards, the teeth were submitted to the fracture strength testing in a universal testing machine. After the mechanical test, the teeth were visually inspected to classify the fracture type as: pulp chamber floor (non-recoverable) or cusps (recoverable). Means (Newtons) followed by the same letter do not present statistical difference for ANOVA and Tukey's test ($p > 0.05$): and for the first test, group (H) 5558N A; (E) 950N C; (R) 1715N C; (FC) 1723N C; (FT) 2621N B. The predominant pattern of fracture was in cusps, and for the second test, it was (H) 3930N a; (MOD) 957.3N d; (E) 611.2N d; (BF) 1103.3N d; (BFF) 978.3N d; (Z250) 1359.8 d; (Z250P) 2525N b; (BFP) 1891.4N bc; (BFFP) 2031.8N bc. The predominant failure mode was in pulp chamber floor (52.5%). The use of a horizontally transfixed fiberglass post (FT) in the first test showed the best fracture resistance

recovery compared to the (E) group. The use of a fiberglass post into root canal, statistically, did not promote higher resistance to fracture (1723N) compared to the group restored with composite resin only (1715N). In the second test, Inserting a fiberglass post horizontally in molars endodontically treated and restoring with composite resins, Bulk Fill or conventional Z250, allowed higher fracture resistance than groups restored without post. The use of a fiberglass post decreased the occurrence of pulpal chamber floor fractures in endodontically treated molars.

Key words: compressive strength, fiberglass post, composite resins.

ARTIGO 1

“Avaliação *in vitro* da Resistência à fratura de molares tratados endodonticamente restaurados com pinos de fibra de vidro”

RESUMO

Objetivos: 1). Avaliar, através do ensaio de resistência à fratura, a influência do posicionamento do pino de fibra de vidro, intracanal ou transfixado horizontalmente, inserido em molares endodonticamente tratados com preparos MOD e restaurados com resina composta. 2). Avaliar o padrão de fratura após o ensaio mecânico.

Materiais e Métodos: Cinquenta molares hígidos extraídos foram embutidos em resina acrílica e divididos em 5 grupos (n=10): hígidos (**H**); preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico (**E**); preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico + restauração com resina composta Z250 (**R**); preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico + pino de fibra vidro no conduto + restauração com resina composta Z250 (**FC**); preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico pino de fibra vidro transfixado + restauração com resina composta Z250 (**FT**). Os preparos cavitários MOD foram padronizados com largura de 2/3 da distância vestibulo-lingual, tendo como referência a ponta das respectivas cúspides, e profundidade ocluso-gengival de 4mm, permanecendo 2mm acima do limite amelo-cementário. Foram realizados tratamentos endodônticos em todos os grupos, exceto para o grupo dos dentes hígidos. Após, os dentes foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal. Após realização dos ensaios, os dentes foram inspecionados quanto ao tipo de fratura e classificados em: fratura em assoalho pulpar (não recuperável) ou cúspide (recuperável).

Resultados: Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística para ANOVA e Tukey ($p > 0,05$): (**H**) 5558N^A; (**E**) 950N^C; (**R**) 1715N^C; (**FC**) 1723N^C; (**FT**) 2621N^B. O padrão predominante de fratura foi em cúspide.

Conclusões: A utilização de um pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente (**FT**) apresentou o melhor resultado de recuperação da resistência à fratura comparado ao grupo (**E**). A utilização de um pino de fibra de vidro no conduto, estatisticamente, não obteve maior resistência à fratura (1723N) comparado com o grupo restaurado somente com resina composta, (1715N).

ABSTRACT

Aims: 1) To evaluate, through the fracture strength testing, the influence of a fiberglass post position position, intracanal or horizontally transfixed, inserted in endodontically treated molars with MOD preparations and restored with composite resin. 2) To evaluate the fracture pattern after the mechanical test.

Materials and Methods: Fifty extracted healthy molars were embedded in acrylic resin and divided into 5 groups (n = 10): G1(H) - sound; G2(CP) - cavity preparation (MOD) + endodontic treatment (E); G3 (R) - (MOD) + E + Z250 composite resin restoration (RS); G4- (RFP) (MOD) + E + fiberglass post into root canal + RS; G5 (FT) - (MOD) + E + fiberglass post horizontally transfixed + R. The MOD cavity preparations were standardized with 2/3 width of the vestibular-lingual distance, with reference to the tip of the respective cusps, and occlusal-gingival depth of 4 mm, remaining 2 mm above the cement-cementum limit. The root canal treatments were performed in all groups, except for H group. Afterwards, the teeth were submitted to the fracture strength testing in a universal testing machine. After the mechanical test, the teeth were visually inspected to classify the fracture type as: pulp chamber floor (non-recoverable) or cusps (recoverable).

Results: Means (Newtons) followed by the same letter do not present statistical difference for ANOVA and Tukey's test ($p > 0.05$): (H) 5558N A; (E) 950N C; (R) 1715N C; (FC) 1723N C; (FT) 2621N B. The predominant pattern of fracture was in cusps.

Conclusions: The use of a horizontally transfixed fiberglass post (FT) showed the best fracture resistance recovery compared to the (E) group. The use of a fiberglass post into root canal, statistically, did not promote higher resistance to fracture (1723N) compared to the group restored with composite resin only (1715N).

ARTIGO 2

“Avaliação *in vitro* da Resistencia à fratura de molares tratados endodonticamente restaurados com resinas *Bulk Fill* e pinos de fibra de vidro”

RESUMO

Objetivos: 1). Avaliar, através do ensaio de resistência à fratura, a influência do pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente, inserido em molares endodonticamente tratados com preparos MOD e restaurados com resinas *Bulk Fill*. 2). Avaliar o padrão de fratura após o ensaio mecânico.

Materiais e Métodos: Noventa molares hígidos extraídos foram incluídos em resina acrílica e divididos em 9 grupos (n=10): G1) Hígidos (**H**); G2) preparo cavitário MOD (MOD); G3) (MOD) + tratamento endodôntico (**E**); G4) E + restauração com resina *Bulk fill* (**BF**); G5) E + *Bulk fill Flow* + Z250 (**BFF**); G6) preparo cavitário (MOD) + tratamento endodôntico + restauração com resina composta Z250 (**Z250**); **G7**) E + pino de vidro transfixado (TP) + Z250 (**Z250P**); **G8**) E+ TP + *Bulk fill* (**BFP**); G9) E+ TP + *Bulk fill Flow* + Z250 (**BFFP**). Os preparos cavitários MOD foram padronizados com largura de 2/3 da distância vestibulo-lingual, tendo como referência a ponta das respectivas cúspides, e profundidade ocluso-gengival de 4mm, permanecendo 2mm acima do limite amelo-cementário. Foram realizados tratamentos endodônticos em todos os grupos, exceto para os grupos (**H**) e (**MOD**). Os dentes foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal. Após realização dos ensaios, os dentes foram inspecionados quanto ao tipo de fratura e classificados em: fratura em assoalho da câmara pulpar (não recuperável) ou cúspide (recuperável).

Resultados: Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística para ANOVA e Tukey ($p>0,05$): (**H**) 3930N^a; (**MOD**) 957,3N^d; (**E**) 611,2N^d; (**BF**)1103,3N^d;(**BFF**)978,3N^d;**(Z250)**1359,8^d;**(Z250P)**2525N^b;**(BFP)**1891,4N^{bc};**(BFFP)** 2031,8N^{bc}. O padrão de falha de fratura foi de 52,5% em assoalho da câmara pulpar.

Conclusões: Utilizar um pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente em cavidades MOD com endodontia e restaurar com resinas compostas *Bulk Fill* ou convencional Z250, permitiu maiores valores de resistência à fratura quando comparados à não utilização do pino. O uso do pino de fibra de vidro diminuiu a ocorrência de fraturas de assoalho da câmara pulpar em molares tratados endodonticamente e restaurados com resinas compostas do tipo *Bulk Fill* e convencional.

ABSTRACT

Aims: 1) to evaluate, through the fracture strength testing, the influence of a horizontally transfixed fiberglass post, inserted in endodontically treated molars with MOD cavity preparation and restored with Bulk Fill resins. 2) to evaluate the fracture pattern after the mechanical test.

Materials and Methods: Ninety extracted molars were embedded in acrylic resin and divided into 9 groups (n = 10): G1) Sound (H); G2) cavity preparation (MOD); G3) MOD + root canal treatment (E); G4) E + Bulk fill composite resin (BF); G5) E + Bulk fill flow composite resin (BFF) + Z250 composite resin (Z250); G6) E + Z250; G7) E + transfixed fiberglass post (TP) + Z250 (Z250P); G8) E + TP + BF (BFP); G9) E + TP + BFF + Z250 (BFFP). The MOD cavity preparations were standardized with a 2/3 width of the buccal-lingual distance, with reference to the tip of the respective cusps, and occlusal-gingival depth of 4 mm, remaining 2 mm above the cementum. The root canal treatments were performed in all groups, except in the (H) and (MOD). The teeth were submitted to the fracture strength testing in a universal test machine. After, the samples were visually inspected to classify the fracture pattern as follows: pulp chamber floor (non-recoverable) or cusp (recoverable).

Results: Means followed by the same letter do not presents statistical difference for ANOVA and Tukey's test ($p > 0.05$): (H) 3930N a; (MOD) 957.3N d; (E) 611.2N d; (BF) 1103.3N d; (BFF) 978.3N d; (Z250) 1359.8 d; (Z250P) 2525N b; (BFP) 1891.4N bc; (BFFP) 2031.8N bc. The predominant failure mode was in pulp chamber floor (52.5%).

Conclusions: Inserting a fiberglass post horizontally in molars endodontically treated and restoring with composite resins, Bulk Fill or conventional Z250, allowed higher fracture resistance than groups restored without post. The use of a fiberglass post decreased the occurrence of pulpal chamber floor fractures in endodontically treated molars.

LISTA DE TABELAS E QUADROS ARTIGO 1

Quadro 1. Materiais utilizados na pesquisa.....	22
Quadro 2. Materiais utilizados na pesquisa.....	23
Tabela 1. Grupos de estudo.....	24
Tabela 2. Valores das médias para a resistência à fratura e tipo de falha dos grupos testados.....	34

LISTA DE FIGURAS ARTIGO 1

Figura 1. Procedimento de inclusão do dente no acrílico.....	25
Figura 2. Dispositivo de padronização do preparo cavitários.....	26
Figura 3. Cavidade MOD sendo confeccionada.....	26
Figura 4. Preparo cavitário padronizado pronto.....	27
Figura 5. Tratamento endodôntico finalizado.....	28
Figura 6. Demarcação para confecção do furo transversal e após a confecção.....	28
Figura 7. Desobturação do conduto para cimentação do pino.....	29
Figura 8. Pinos de fibra de vidro utilizados na pesquisa.....	30
Figura 9. Pino de fibra de vidro cimentado no conduto.....	30

Figura 10. Pino de fibra de vidro cimentado na horizontal.....	31
Figura 11. Extremidade do pino cortado e coberto com fina camada de resina.....	32
Figura 12. Posicionamento dos corpos de prova na Máquina de ensaio EMIC DL – 2000.....	33
Figura 13. Tipos de falhas, (A) assoalho e (C) cúspide.....	34

LISTA DE TABELAS E QUADROS ARTIGO 2

Quadro 1. Materiais utilizados na pesquisa.....	44
Quadro 2. Materiais utilizados na pesquisa.....	45
Quadro 3. Materiais utilizados na pesquisa.....	45
Tabela 1. Grupos de estudo.....	47
Tabela 2. Valores das médias para a resistência à fratura e tipo de falha dos grupos testados.....	56

LISTA DE FIGURAS ARTIGO 2

Figura 1. Fotos dos materiais utilizados na pesquisa.	46
Figura 2. Procedimento de inclusão do dente no acrílico.....	48
Figura 3. Dispositivo de padronização do preparo cavitários.....	49

Figura 4. Cavidade MOD sendo confeccionada.....	49
Figura 5. Preparo cavitário padronizado pronto.....	50
Figura 6. Tratamento endodôntico finalizado.....	51
Figura 7. Demarcação para confecção do furo transversal e após a confecção.....	51
Figura 8. Pino de fibra de vidro transversal cimentado na horizontal.....	53
Figura 9. Extremidade do pino cortado e coberto com fina camada de resina.....	54
Figura 10. Posicionamento dos corpos de prova na Máquina de ensaio EMIC DL – 2000.....	55
Figura 11. Tipos de falhas, (A) assoalho e (C) cúspide.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS ARTIGO 1 E 2

PUCRS	Pontifícia Universidade Católica Do Rio Grande Do Sul
MOD	Mésio-ocluso-distal
μm	Micrômetro
%	Porcentagem
BISGMA	Bisfenol A Glicidil Metacrilato
BISEMA	Bisfenol A Polietileno Glicol Dimetacrilato
TEGDMA	Trietileno glicol dimetacrilato
PEGMA	Polietileno glicol metacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
HEMA	Hidroxietil Metacrilato
MDP	Meta-crilóiloxidecil diidro-genofosfato
CV	Coefficiente de variação
DP	Desvio padrão
LED	Diodo emissor de Luz
H0	Hipótese inicial
mm	Milímetro
PVC	Polivinil cloreto rígido
mW/cm^2	Mili-Watt por centímetro quadrado
$^{\circ}\text{C}$	Grau Celsius
GPa	GigaPascal
MPa	MegaPascal
X	Veze
KN	Kilo Newton
N	Newton
mm/min	Milímetro por minuto
<i>P</i>	Probabilidade
ml	Mililitro
s	segundo

SUMÁRIO

ARTIGO 1	19
1.Introdução.....	19
2.Objetivos	21
3.Hipótese Inicial (HO)	21
4.Materiais e Métodos	21
4.1 Materiais	21
4.2 Método.....	23
4.2.1 Seleção Amostral e Cálculo	23
4.2.2 Procedimentos Para Confecção Dos Corpos De Prova	24
4.2.2.1 Inclusão do Dente em Resina Acrílica	24
4.2.2.2 Preparo Cavitário Mod	25
4.2.2.3 Tratamento Endodôntico.....	27
4.2.2.4 Demarcação e Perfuração Para a Transfixação do Pino de Fibra de Vidro	28
4.2.2.5 Preparo Do Conduto Radicular Para Cimentação Do Pino De Fibra De Vidro	29
4.2.2.6 Colagem do Pino de Fibra de Vidro e Técnica Restauradora.....	29
4.2.3 Ensaio de Resistência à Fratura.....	32
4.2.4 Análise do Tipo de Fratura Dentária.....	33
4.2.5 Teste Estatístico.....	34
5. Resultados	34
6. Discussão	35
7. Conclusão	37
8. Referências Bibliográfica.....	38

SUMÁRIO

ARTIGO 2	41
1.Introdução.....	41
2.Objetivos.....	42
3.Hipótese Inicial (HO)	43
4.Materiais e Métodos	43
4.1 Materiais	43
4.2 Método.....	46
4.2.1 Procedimentos Para Confecção Dos Corpos De Prova	47
4.2.1.1 Inclusão Do Dente Em Resina Acrílica.....	47
4.2.1.2 Preparo Cavitário Mod	48
4.2.1.3 Tratamento Endodôntico.....	50
4.2.1.4 Demarcação e Perfuração Para a Transfixação do Pino de Fibra de Vidro.....	51
4.2.1.5 Colagem do Pino de Fibra de Vidro em Posição Transfixada.....	52
4.2.2 Ensaio de Resistência à Fratura.....	54
4.2.3 Análise do Tipo de Fratura Dentária.....	55
4.2.4 Teste Estatístico.....	55
5. Resultados.....	56
6. Discussão.....	57
7. Conclusão.....	60
8. Referências Bibliográfica.....	61

ARTIGO 1

“Avaliação *in vitro* da Resistência à fratura de molares tratados endodonticamente restaurados com pinos de fibra de vidro”

1. INTRODUÇÃO

Restaurar dentes posteriores com grande perda de estrutura dental é ainda um grande desafio para os profissionais, principalmente quando há a remoção das cristas marginais devido a preparos cavitários MOD que levam a uma diminuição de resistência à fratura.^{1,2} Tal fato é agravado com a necessidade de intervenção endodôntica na qual há a remoção do teto da câmara pulpar, diminuindo significativamente a resistência biomecânica do dente.³

Não obstante, com a realização da endodontia existe uma alteração na microdureza da dentina, devido aos irrigantes utilizados na desinfecção dos condutos radiculares durante o tratamento endodôntico.⁴ Outro aspecto que deve ser considerado é a alteração na constituição da dentina relacionada com o envelhecimento fisiológico.^{5,7} Por sua vez, quanto maior for a remoção da estrutura dental nos preparos de cavidades tipo MOD com acesso endodôntico, maior será a flexão das cúspides,^{8,9} levando a uma diminuição de 69% da rigidez de um dente hígido.¹⁰ Assim, a principal consequência, devido à perda de resistência da coroa, é a fratura de cúspides dos dentes posteriores, as quais podem comprometer a sobrevivência, principalmente de molares, ou dificultar a sua restauração.¹¹

Os meios para restabelecer a resistência dos dentes com perdas de estrutura dental acentuada por preparos MOD e tratamento endodôntico são restaurações diretas ou indiretas com cobertura das cúspides.^{12,14} As vantagens do uso de restaurações diretas são a possibilidade de realizar o procedimento em apenas uma consulta e o menor custo. Não obstante, tem havido uma preferência dos profissionais em utilizar de forma direta as resinas compostas e sistemas adesivos na restauração dos dentes tratados endodonticamente com grandes perdas estruturais. Tal abordagem pode estar amparada na idéia de que restaurações adesivas restituem parcialmente a integridade mecânica dos dentes acometidos por cárie.¹⁵ Todavia,

para dentes tratados endodonticamente, essa parece não ser uma abordagem clínica suficiente para devolver a resistência mecânica perdida, apesar de haver uma melhora quando comparada com restaurações de amálgama.^{10,16} É válido ressaltar que as restaurações indiretas de resina ou cerâmica, apesar de mais resistentes mecânicamente, possuem um custo mais elevado e a necessidade de um conhecimento técnico especializado.¹⁷

Outra alternativa que vem sendo empregada para restaurar dentes tratados endodonticamente é a utilização de pinos de fibra cimentados em seus condutos com a técnica adesiva e cimentos resinosos,¹⁸ devido às suas propriedades mecânicas serem muito similares à estrutura dental e sua compatibilidade com os cimentos resinosos.¹⁹ Os pinos de fibra encontrados no mercado odontológico são compostos por fibras unidirecionais de carbono, vidro ou de quartzo, embebidas numa matriz de resina. As fibras são responsáveis pela resistência à flexão, enquanto a matriz de resina proporciona uma resistência contra a tensão de compressão e pode interagir com os monômeros funcionais contidos nos cimentos adesivos.²⁰

Alguns autores têm utilizado a fibra de vidro sob a forma de fita para restaurar dentes com tratamentos endodônticos. Belli *et al.*²¹ observou que o uso destas fitas associadas às resinas compostas como materiais restauradores, quando inseridos internamente em preparos cavitários MOD, aumentavam a resistência das paredes vestibular e lingual fragilizadas em molares inferiores. Da mesma forma, Oskoe *et al.*,²² utilizaram a fibra em pré-molares com cobertura das cúspides elevando a resistência à fratura. Com a mesma proposta de avaliação, Rodrigues *et al.*²³ utilizaram fitas de fibra de polietileno, sendo uma com as fibras trançadas e outra unidirecionais, inseridas em cavidades MOD, com e sem acesso endodôntico, e restaurados com resina composta, obtendo valores que não devolveram a resistência de um dente hígido.

Beltrão *et al.*²⁴ sugeriram o uso de pinos de fibra de vidro, transfixando-os no sentido vestibulo-palatino ou lingual, para o aumento da resistência à fratura de molares, porém não devolvendo a integridade de um dente hígido. Mondelli *et al.*,¹ com a mesma proposta, utilizaram pinos metálicos transfixados, conseguindo um aumento de resistência à fratura comparável ao dente hígido.

Portanto, a questão sobre a melhor maneira de restaurar esses dentes permanece entre restaurações diretas ou indiretas, utilizando, ou não, pinos de fibra.

2. OBJETIVOS

Os objetivos desta pesquisa foram:

- Avaliar através do ensaio de resistência à fratura a influência do posicionamento do pino de fibra de vidro, intracanal ou transfixado horizontalmente, inserido em molares endodonticamente tratados e restaurados com resina composta.
- Avaliar o padrão de fratura após o ensaio mecânico.

3. HIPÓTESE INICIAL (HO)

A hipótese inicial será de que não haverá diferença estatística na resistência à fratura dos molares com preparo cavitário MOD tratados endodonticamente e restaurados sob a forma tradicional com pino de fibra de vidro inserido dentro do conduto radicular e resina composta, quando comparados aos dentes apenas restaurados com resina composta ou com pino de fibra de vidro inserido horizontalmente.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1 MATERIAIS

Os materiais que foram utilizados para a realização deste estudo e informações pertinentes a cada um estão descritos nos quadros 1 e 2. (* De acordo com as informações técnicas de catálogos de produtos dos respectivos fabricantes, 2017).

Produto	Filtek ^{MR} Z250 XT*	RelyX TM Ultimate*	Single Bond Universal*	Reforpost®*	Ataque gel*
Descrição	Compósito Micro-híbrido Cor A2	Cimento resinoso Adesivo Cor A1	Adesivo	Pino de Fibra de Vidro Diâmetro 1,3 mm Altura 20 mm Cilíndrico	Ácido orto- fosfórico 37%
Lote	390045	617975	612979	38136	180 15
Validade	07/2017	08/2017	01/2018	11/2020	02/2018
Composição Química	Bis-GMA Partícula de carga com 0,4 a 0,7µm Vidro de Boroaminosilicat o de Bário 76% peso 68% carga	Base: methacrylato monomeros, radiopacos, carga silanizada, componente iniciador, estabilizadores, aditivos rheologicos. Catalizador: monomeros methacrilato, radiopaco alkaline cargas, componentes iniciadores, estabilizadores, pigmentos, aditivos reológicos, corantes fluorescentes e ativador de auto cura para o adesivo scotchbond universal	10-MDP, resina Dimethacrylat e, HEMA, Copolimero Vitrebond TM , carga, álcool, água, Iniciadores, Silano	Fibras de Vidro Resina pigmentada Filamento aço inoxidavel	Ácido orto- fosfórico 37%, Metilparabe no, corante azul, espes- sante e água deionizada
Fabricante	3M do Brasil Ltda	3M Deutschland GmbH 41453 Neuss-Germany	3M do Brasil Ltda	Angelus Ind Produtos Odontológico s Ltda Londrina Pr/Brasil	Biodinâmica Quimica e Farmaceutic a Ltda, Ibiporã-Pr. Brasil

Quadro 1 –materiais utilizados na pesquisa.

Produto	Sof-Lex*	Ponta diamantada 3131*	Ponta diamantada 2135*	Broca largo 4*
Descrição	Sistema de acabamento extra fino	Ponta tronco cônica de extremidade arredondada	Ponta tronco cônica de extremidade arredondada	Broca helicoidal com guia
Características		Diâmetro I.S.O. 025 Comprimento 4 mm Grão médio (90-120 mm)	Diâmetro I.S.O. 016 Comprimento 8 mm Grão médio (90-120 mm)	Comprimento de 28mm diâmetro de 1.3mm
Lote Validade				
Composição	Óxido de alumínio	Diamante e aço KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda	Diamante e aço KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda	Aço inoxidável DENTSPLY Maillefer - EUA Tulsa, Oklahoma
Fabricante	3M/ESPE St. Paul MN EUA	Barueri/SP, Brasil	Barueri/SP, Brasil	

Quadro 2 –materiais utilizados na pesquisa.

4.2 MÉTODO

4.2.1- SELEÇÃO AMOSTRAL E CÁLCULO

O cálculo do número de repetições por tipo de restauração foi realizado considerando um nível de significância de 5%, um poder nominal de 80%, uma diferença mínima entre as resistências médias de 230N, e um desvio padrão de 90N. O número mínimo de dentes por grupo calculado foi de 10 elementos. Cinquenta terceiros molares humanos extraídos por indicação terapêutica e sem cárie, foram obtidos através da clinica odontológica privada com o termo de consentimento livre esclarecido assinado previamente pelos pacientes (termo em anexo). Os dentes coletados foram limpos e desinfetados em solução de cloramina 0,5% por 24h. Após, foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Grupos de estudo

Grupos	Preparo MOD	Tratamento endodôntico	Restauração com resina composta	Pino de fibra de vidro
H (n=10)	Não	Não	Não	Não
E (n=10)	Sim	Sim	Não	Não
R (n=10)	Sim	Sim	Sim	Não
FH (n=10)	Sim	Sim	Sim	Sim
FC (n=10)	Sim	Sim	Sim	Sim

H=hígido; E= endodontia; R=resina composta; FH=pino de fibra de vidro horizontal; FC=pino de fibra de vidro no conduto radicular

4.2.2 PROCEDIMENTOS PARA CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

4.2.2.1 INCLUSÃO DO DENTE EM RESINA ACRÍLICA

O protocolo de inclusão dos dentes e preparos cavitários, seguiu o modelo descrito por Beltrão *et al.*²⁴ Um cilindro de PVC com diâmetro de dois centímetros e meio e altura de dois centímetros, foi elaborado para servir de molde para a inclusão dos dentes na resina acrílica autopolimerizável e base, no momento do ensaio de resistência à fratura. Na sua borda superior, dois pontos foram demarcados referentes às extremidades da linha do diâmetro da circunferência. Foi fixada com cera utilidade, em cada registro, uma haste metálica na superfície externa do cilindro, e algumas linhas de referência foram demarcadas na peça dentária, com o auxílio de uma lapiseira para orientar a sua inclusão em posição centralizada e padronizada: linha do colo anatômico, linha paralela ao colo anatômico distante dois milímetros, linha traçada de mesial para distal, passando pelo sulco central.

Resina acrílica autopolimerizável foi preparada e acomodada dentro do cilindro de PVC, imediatamente o dente foi introduzido na região central desta massa plástica até a linha demarcada distante 2mm do colo anatômico, e sua coroa posicionada de maneira que a linha do sulco central ficasse coincidente com as hastes metálicas e o plano oclusal, e paralelo ao plano superior do cilindro. (Fig. 1)

Uma vez concluído o procedimento de inclusão, cada peça foi identificada com um número de 01 a 10, associado à letra do grupo da tabela 1, escritos na superfície externa do cilindro de PVC. A seguir, foram armazenados em água destilada a 4°C.

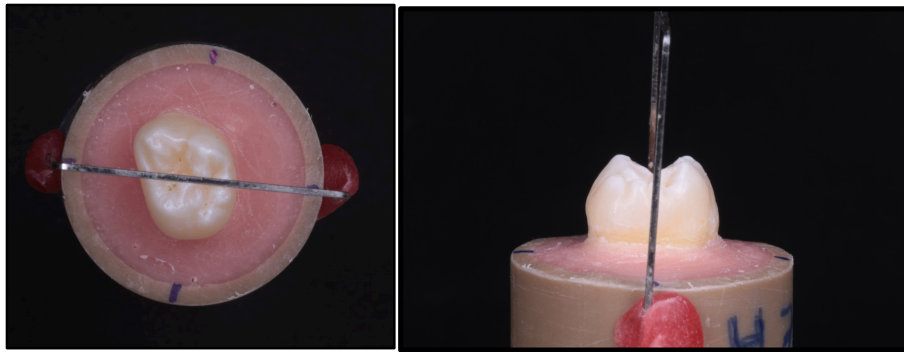


Figura 1 . Procedimento de inclusão do dente no acrílico

4.2.2.2 PREPARO CAVITARIO MOD

Para que este procedimento fosse padronizado utilizou-se um aparelho adaptado sob a base de um microscópio utilizado por Beltrão *et al.*²⁴, que consiste em um dispositivo móvel metálico bipartido, contendo dois nichos: um menor para inserir uma haste metálica fixa existente no corpo deste aparelho e outro maior para localizar a peça de alta rotação (fig.2). Uma vez inserida a ponta diamantada 3131 (KG Sorensen) com 4mm de comprimento da ponta ativa, na cabeça da peça da alta rotação, esta foi posicionada de maneira que ficasse paralela à face mesial do dente. O anel de PVC foi posicionado no nicho e imobilizado através de um parafuso rosqueável. A plataforma pôde ser deslocada para frente e para trás, para a direita e para a esquerda com o auxílio de um outro parafuso rosqueável, possibilitando levar o dente até o local onde está posicionada a peça de alta rotação, realizando todos os movimentos necessários no momento do preparo cavitário.

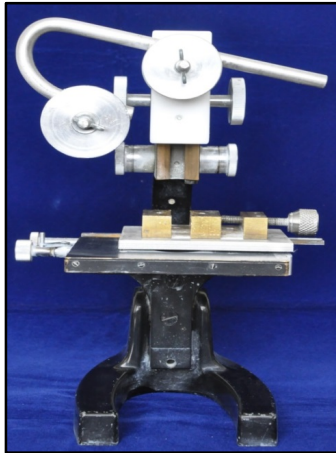


Figura 2. Dispositivo de padronização do preparo cavitário

Algumas referências foram delimitadas para que cada dente recebesse um preparo cavitário MOD padronizado em largura e profundidade. A largura vestibulo-palatina corresponde a dois terços da distância intercuspídea e quatro milímetros de profundidade.

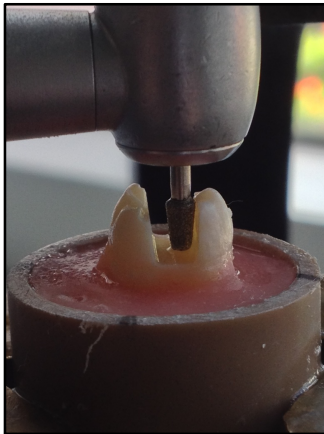


Figura 3. Cavidade MOD sendo confeccionada com a ponta 3131

O preparo MOD apresentou somente paredes vestibular e palatina, um assoalho comum de mesial à distal e ângulos vestibular e palatino arredondados naturalmente pelo formato da extremidade da ponta diamantada. A ponta diamantada foi trocada a cada cinco preparos, os quais foram realizados por um único operador (fig. 3 e 4). Após os preparos os dentes foram novamente armazenados em água destilada à temperatura de 4°C.

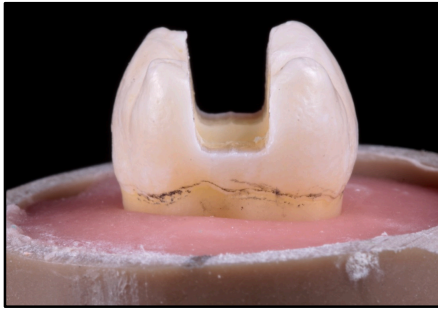


Figura 4. Preparo cavitário padronizado pronto

4.2.2.3 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O tratamento endodôntico seguiu o seguinte protocolo: para o acesso cavitário, foram utilizadas pontas diamantadas número 02 e 04 (KG Sorensen Ind. e Com Ltda., Barueri, SP, Brasil) em alta rotação e refrigeradas. A forma de conveniência do preparo foi obtida utilizando brocas Endo-Z (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) em alta rotação e refrigeração. Nesse momento, foi realizada irrigação com hipoclorito de sódio a 1% (Johnson&Johnson Produtos Profissionais Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil) utilizando seringa plástica dosadora de 5ml Plas Cap (Becton Dickinson Ind. Cir Ltda., Curitiba, PR, Brasil) para remover a dentina socavada. Após, a exploração dos canais foi realizada com lima Flexo File número 15 (Flexo File, Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) e o preparo do acesso aos canais foi realizado com brocas Gattes-Glidden número 01 e 02 (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil), com irrigação dos canais com hipoclorito de sódio a 1%. Após, os canais foram irrigados com soro fisiológico em abundância para a eliminação total da solução irrigadora e secos com cones de papel (Tanari Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil), estando prontos para receber a guta-percha (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil). Foi realizada condensação vertical na guta-percha com condensador de Paiva número 2 (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) até o ápice -1, com cimento de hidróxido de cálcio. Assim que essa etapa foi concluída, as amostras foram recolocadas no recipiente original com água destilada para prevenir desidratação. Este procedimento foi realizado por um especialista em endodontia.



Figura 5. Tratamento endodôntico finalizado

4.2.2.4 DEMARCAÇÃO E PERFURAÇÃO PARA A TRANSFIXAÇÃO DO PINO DE FIBRA DE VIDRO

O preparo do orifício para a transfixação do pino de fibra de vidro foi realizado inicialmente com a demarcação nas faces vestibular e palatina com o auxílio de uma lapiseira para orientação e inserção da ponta diamantada.

As perfurações foram realizadas com a ponta diamantada nº 2135 (KG Sorensen), sob irrigação abundante e finalizadas com a broca largo nº 4 para obter o diâmetro de 1,3 mm na região mais proeminente da face palatina e na intersecção do terço mesial com o terço central da face vestibular, ficando posicionados em dentina e próximos ao limite amelodentinário.

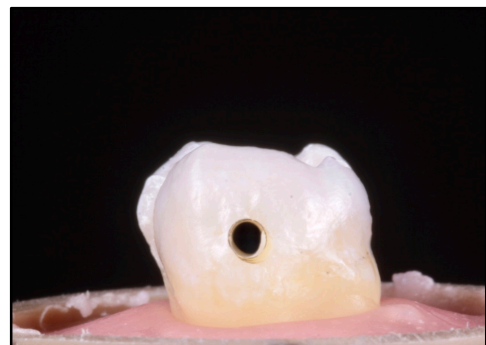
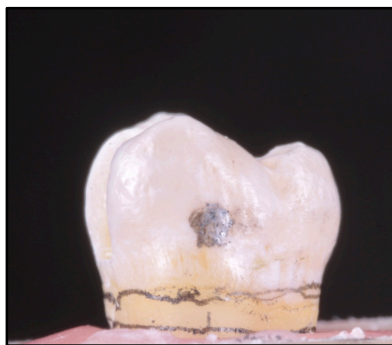


Figura 6. Demarcação para confecção do furo transversal e confeccionado

4.2.2.5 PREPARO DO CONDUTO RADICULAR PARA CIMENTAÇÃO DO PINO DE FIBRA DE VIDRO

O preparo do conduto radicular para a cimentação do pino de fibra de vidro foi realizado através da desobstrução de 2/3 do conduto radicular mais amplo com brocas Largo de diâmetro adequado ao conduto e padronizando o diâmetro com a broca largo nº 4 que corresponde ao diâmetro do pino de 1,3 mm que foi utilizado.



Figura 7. Desobturação do conduto para cimentação do pino.

4.2.2.6 COLAGEM DO PINO DE FIBRA DE VIDRO E TÉCNICA RESTAURADORA

Os procedimentos a seguir foram realizados de acordo com as instruções do fabricante:

-Tanto para o grupo de resina composta sem perfurações (R) quanto para FH e FC o preparo cavitário em dentina, os condutos radiculares desobturados e os orifícios para transfixação não foram condicionados, somente foram condicionadas as margens dos preparos em esmalte com ácido fosfórico a 37% (Ataque gel, Biodinâmica) por 30 segundos, lavadas com spray de ar e água por 30 segundos e secas com jatos de ar por 5 segundos, os condutos radiculares foram secos com cones de papel absorvente. Em seguida foi realizado o seguinte protocolo de colagem (materiais utilizados descritos no quadro 1):



Figura 8. Pinos de fibra de vidro utilizados na pesquisa

- Os pinos de fibra foram limpos com uma gaze embebida em álcool, após a volatilização foi aplicado com o auxílio de um pincel descartável o adesivo Single Bond Universal (3M), em seguida foi utilizado um jato de ar por 5 segundos para volatilizar o solvente e fotopolimerizado por 10 segundos com a unidade de luz LED, Valo (Ultradent) com intensidade de luz +/- 1.200 mW/cm², conferida a cada 5 corpos de prova através de um radiômetro (Eccel R-D7).
- No esmalte e dentina foram aplicadas 2 camadas consecutivas do sistema adesivo Single Bond Universal (3M) sem levar o sistema adesivo nos orifícios transversais e conduto radicular desobturado. Após a última camada foi aplicado por 5 segundos um jato de ar para remover os resíduos de solvente e partículas dispersas de água. Após, foi polimerizado por 10 segundos com uma unidade de luz LED Valo (Ultradent). Nos grupos de pino de fibra no conduto e pino transversal foi realizada a aplicação do sistema adesivo também no interior do conduto radicular desobturado bem como nos orifícios coronários para transfixação horizontal do pino de fibra, mas sem realizar a fotopolimerização.

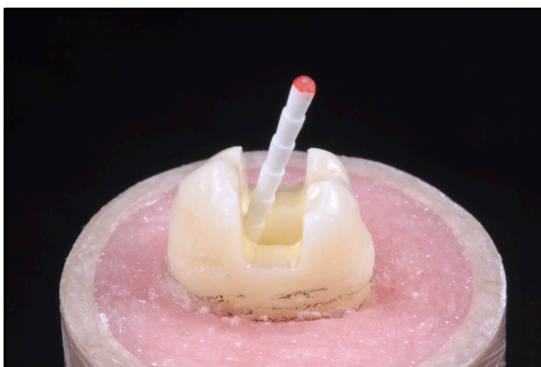


Figura 9. Pino de fibra de vidro cimentado no conduto

- No grupo de transfixação horizontal (FH) foi inserido nos orifícios coronários o cimento resinoso RelyX™ Ultimate (3M) para fixação do pino de fibra de vidro. No grupo FC o cimento resinoso foi inserido no pino de fibra e em seguida introduzido no conduto. Em seguida, foi realizada a fotoativação do sistema adesivo conjuntamente com o cimento resinoso por 20s.

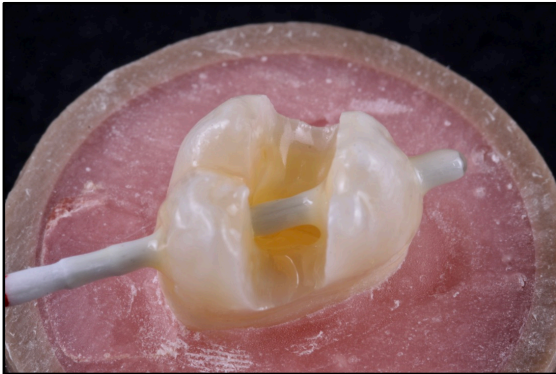


Figura 10. Pino de fibra de vidro transversal cimentado na horizontal

- Para a restauração do preparo cavitário MOD, foi utilizada a resina composta fotopolimerizável Z 250 (3M). O material foi inserido na cavidade com o auxílio de uma espátula para resina, utilizando-se a técnica incremental e fotoativado por 10 segundos cada incremento, num total de 8 incrementos.

- Após realizadas as restaurações, as extremidades dos pinos de fibra, horizontal e oclusal foram cortados rentes à superfície com o auxílio de uma ponta diamantada 2135 (KG Sorensen) em alta rotação com spray de ar e água. Em seguida foi aplicada uma camada de adesivo sobre a área exposta do pino, fotoativada por 10 s e, em seguida, uma fina camada de resina composta Z 250 (3M) recobriu a superfície do pino e foi fotopolimerizada. (fig.11) A superfície oclusal recebeu acabamento e polimento de superfície com discos de lixa de granulação extra fina Sof-lex (3M).

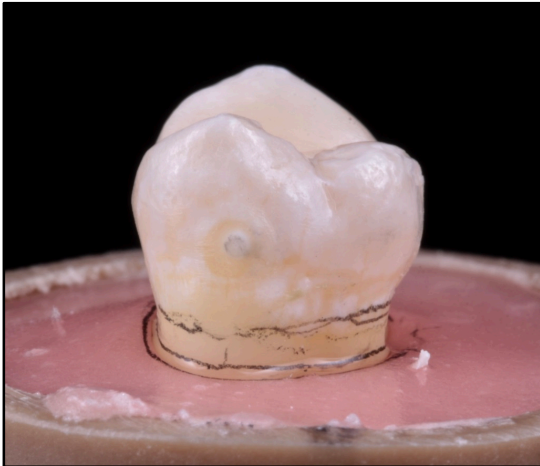


Figura 11. Extremidade do pino cortado e coberto com fina camada de resina

Depois de concluída a sequência relativa a cada grupo, as amostras foram recolocadas no respectivo pote identificado com água destilada e mantidas por 24 horas à temperatura de 37°C em uma estufa (Fanem, Modelo 002-CB, São Paulo, SP, Brasil).

4.2.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA

Decorrido o tempo de armazenagem, todos os grupos foram submetidos a 500.000 ciclos com uma frequência de 1 ciclo por segundo de ciclagem mecânica com uma carga vertical de 200 N, imersos em água destilada a 37°C. Após a ciclagem os espécimes foram submetidos ao ensaio de resistência.

Os corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal EMIC DL – 2000 (São José do Pinhais, PR, Brasil). A célula de carga selecionada foi de 10kN a uma velocidade de 1mm/min.

O posicionamento dos corpos de prova na máquina de ensaio obedeceu ao seguinte roteiro de montagem: no braço móvel da máquina de ensaio, onde foi fixada a célula de carga, sendo rosqueada uma peça metálica, contendo na extremidade livre, um cilindro de aço com 7,5mm de diâmetro e 16mm de comprimento. O corpo de prova foi posicionado sobre uma mesa redonda previamente rosqueada na travessa inferior da máquina. O braço móvel foi acionado até a barra cilíndrica para contatar somente com os planos inclinados da superfície intercuspídea da face oclusal do corpo de prova, assentando-o no sentido mesio-distal. A angulação intercuspídea de 90°, que foi realizada na face oclusal dos corpos de prova, restaurados com resina

composta, evitará que o cilindro toque em qualquer ponto da restauração. (fig. 12) A tensão de compressão foi aplicada paralelamente ao longo eixo do dente até a sua fratura. A força máxima de resistência à fratura (ruptura) para cada corpo de prova foi registrada em Newtons, através do programa MT teste 100 acoplado em computador.

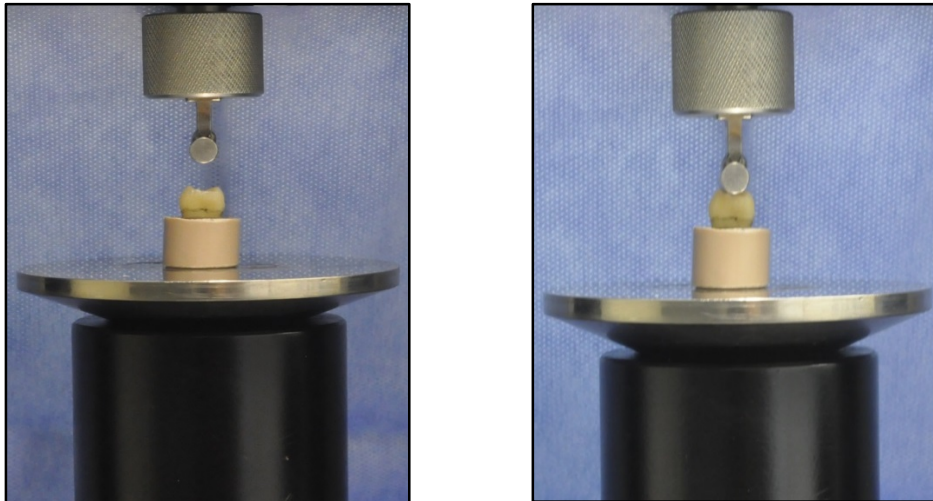


Figura 12. Posicionamento dos corpos de prova na Máquina de ensaio EMIC DL – 2000

4.2.4 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA DENTÁRIA

Depois de realizado o teste de resistência à fratura, os corpos de prova foram submetidos ao exame visual com auxílio de lupa de magnificação de 4X (Bioart, São Paulo, SP) para a avaliação da fratura dentária. Foram classificados dois tipos de fratura: 1) fratura ao nível de assoalho pulpar podendo estar associado ou não à fratura de cúspide e 2) fratura de cúspides apenas. Foi considerada fratura de assoalho (A) quando a linha de fratura dividiu o dente em duas partes no nível somente do assoalho pulpar da cavidade, independente do sentido ser vestibular/palatino ou mesial/distal, sendo considerado não restaurável. A fratura de cúspide (C) foi considerada quando a linha de fratura envolveu total ou parcialmente a cúspide, independente da presença ou ausência do seu deslocamento, sendo considerado restaurável.

4.2.5 TESTE ESTATÍSTICO

Após a obtenção dos resultados foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk seguido do ANOVA one-way e o teste de Tukey com nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS

Tabela 2. Valores das médias para a resistência à fratura e tipo de falha dos grupos testados. (A= assoalho, C=cúspide) (grupos seguidos de mesma letra não apresentam diferença estatística para ANOVA e Tukey ($p>0,05$))

Grupos	Média (N)	Dp	Cv	Tipo de Falha
H	5558 A	1325	23,83	_____
E	950 C	257	26,97	A=3 C=7
R	1715 C	213	12,41	A=6 C=4
FH	2621 B	608	23,22	A=1 C=9
FC	1723 C	317	18,40	A=5 C=5

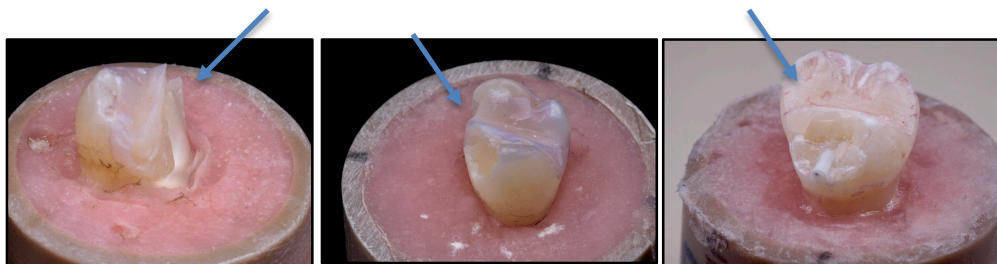


Figura 13. Tipos de falhas, assoalho e cúspide.

Observa-se na tabela 2 que o grupo hígido (H) apresentou a maior média de resistência à fratura (5558N) e o grupo com endodontia e preparo MOD (E) a menor

média (950N), ambos apresentando diferença estatística significativa. Observou-se também que não houve diferença estatística entre o grupo que recebeu o pino de fibra no conduto e restauração com resina composta e o grupo somente restaurado com resina composta.

Observou-se na imagem dos tipos de falhas que não houve fratura do pino de fibra de vidro inserido horizontalmente, somente estrutura dental.

6 - DISCUSSÃO

Dentes com cavidades MOD têm sido considerados como os de pior prognóstico de recuperação da integridade devido à perda das cristas marginais, fato que reduz em 63% a resistência à fratura.¹⁰ No presente trabalho houve uma redução da resistência à fratura de 80%, maior que a média encontrada por *Reeh et al*¹⁰ que foi de 63%, no grupo E (MOD+ENDO) o qual apresentou resistência de 950 N quando comparado com o grupo Hígido (5558 N). A perda de estrutura dental e por consequência a rigidez é considerada por muitos autores a causa principal de fraturas, influenciando na biomecânica do dente, não atribuindo ao tratamento endodôntico a redução da resistência à fratura de molares com cavidades MOD.^{3,10}

A perda das estruturas de reforço de uma coroa dental tais como as cristas marginais e o teto da câmara pulpar favorecem as flexões das cúspides durante os movimentos mastigatórios. Não obstante, alguns autores também consideram que o preparo químico mecânico no tratamento endodôntico possa alterar as propriedades da dentina interferindo na sua resistência.^{23,25} *Rajesh*²⁶ sugere que seja feito uma revisão das diretrizes para o desenho da cavidade endodôntica para pré-molares e molares focados na conservação da dentina coronal.

*Zelic et all*²⁷ observaram que a desvitalização influencia a composição da dentina devido à perda do fluido dentinário, o qual altera o equilíbrio dinâmico mineral promovendo uma diminuição da resistência da dentina. A influência da concentração dos irrigantes no preparo químico mecânico em 5,25% do hipoclorito de sódio (NaOCl) alterou significativamente a superfície dentinária comparado com a concentração de 1,3% em um tempo de 60s, diminuindo a resistência à flexão segundo *Zhang et all*²⁵. Em nosso trabalho, na preparação químico mecânico dos condutos radiculares, foi utilizado uma concentração de NaOCl de 1%.

O estresse de polimerização, quando não controlado durante a confecção da restauração,^{29,30,31} pode resultar em uma falha na interface adesiva assim como produzir trincas nas bases de cúspides^{32,33}, reduzindo o tempo de vida do dente e da restauração. Restaurando somente com resina composta um preparo MOD com endodontia obtivemos uma recuperação da resistência à fratura de +/- 44,6% (R-1715N) comparado com o dente somente preparado (E-950N), média também obtida por *Ozsevik et al*³³, mas ficando muito aquém do grupo hígido (5557N).

Uma das alternativas utilizadas para conseguir uma maior resistência dos dentes com grandes perdas de estrutura dental é a utilização de pinos de fibra de vidro cimentados no conduto radicular. Em nosso trabalho obtivemos um valor de resistência à fratura no grupo (FC) de 1723N. No grupo em que foi utilizada somente a resina composta (R), o valor foi de 1715N. Esses resultados nos mostram que não houve diferença estatística, indicando que a utilização de um pino de fibra cimentado no conduto não produziu um aumento da resistência à fratura. Tal achado também foi encontrado por *Salameh et al.*³⁴ e *Scotti et al.*³⁵. A influência positiva esperada da compatibilidade do pino de fibra de vidro com os adesivos e cimentos resinosos, e também o módulo flexural próximo à estrutura dental, não contribuíram para o aumento da resistência à fratura³⁶. Contrariamente, *Scotti et al*³⁷ obtiveram um reforço significativo com o uso de pino no conduto, comparado ao ensaio sem a utilização de pino. Por sua vez, *Bitter et al*³⁸ verificaram que o pino de fibra no conduto reduziu o valor de resistência à fratura em comparação com a ausência de pino Intraradicular, com o maior modo de falhas não passíveis de recuperação. No presente estudo os modos de falha foram de 50% recuperáveis no grupo (FC) e somente 40% foram recuperáveis no grupo (R). Zhou e Wang³⁹ em uma meta-análise verificaram que a maioria das falhas com pinos de fibra eram recuperáveis.

O grupo que se diferenciou na resistência à fratura foi o (FH), apresentando resistência à fratura de 2621N, onde a inserção de um pino de fibra de vidro horizontal promoveu um aumento em torno de 32% comparado aos grupos (FC), 1723N e (R), 1715N, e 52,8% quando comparado ao grupo (H) que apresentou 5557,8N. *Beltrão et al*²⁴ obtiveram um resultado de resistência à fratura de 2645.4N, semelhante ao grupo (FH), utilizando um pino transversal e restauração com resina composta. Com esse resultado a hipótese inicial (HO) de comparação entre o grupo (R) e o grupo (FH) foi rejeitada, pois houve diferença estatística. O modo de falha para o grupo (FH) foi de

90% em cúspide, caracterizando um dano recuperável à estrutura dental. Bromberg *et al.*⁴⁰ apresentaram um resultado semelhante com a utilização de dois pinos transfixados horizontalmente (2693N) obtendo semelhança estatística do resultado quando comparado com uma restauração tipo onlay. Fávero *et al.*⁴¹ também obtiveram resultados semelhantes, comparando a utilização de um e dois pinos transfixados horizontalmente, respectivamente (2988N e 3100N). Deve ser ressaltado que os valores médios de resistência à fratura do presente estudo ficaram superiores a 1kN, superando as forças normais de mordida que são de 630N a 859N.^{42,43}

Com os resultados obtidos nessa pesquisa *in vitro* e os resultados de pesquisas correlacionadas, podemos sugerir que a utilização de pinos transfixados horizontalmente recuperam parcialmente a resistência à fratura de um dente hígido, podendo ser uma alternativa para uso *in vivo*, embora haja a necessidade de uma avaliação clínica longitudinal para confirmar os dados obtidos *in vitro*. Não obstante, o uso de pinos intracanaís em dentes posteriores tratados endodônticamente e restaurados com resina composta parece não ser necessário.

7 - CONCLUSÃO

- 1- A utilização de um pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente apresentou o melhor resultado de recuperação da resistência à fratura comparado ao grupo (E).
- 2- O grupo que utilizou o pino de fibra de vidro horizontal apresentou 90% de fraturas em cúspide.
- 3- A utilização de um pino de fibra de vidro no conduto não promoveu maior resistência à fratura (1723N) comparado com o grupo restaurado somente com resina composta (1715N).

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mondelli J, Ishikiriama A, Pereira JC, Francischone CE, de Lima Navarro MF, Galan Júnior J, et al. Cross-splinting a weakened tooth with a horizontal pin: a new method. *J Prosthet Dent.* 1987;57(4):442-5.
2. Mondelli J, Steagall L, Ishikiriama A, de Lima Navarro MF, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J Prosthet Dent.* 1980;43(4):419-22.
3. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-- Part1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007;38(9):733-43.
4. Tartari T, de Almeida Rodrigues Silva E Souza P, Vila Nova de Almeida B, Carrera Silva Júnior JO, Facíola Pessoa O, Silva E Souza Junior MH. A new weak chelator in endodontics: effects of different irrigation regimens with etidronate on root dentin microhardness. *Int J Dent.* 2013; 2013 : 743018. [Artigo livre PMC] [PubMed]
5. Nazari A, Bajaj D, Zhang D, Romberg E, Arola D. Aging and the reduction in fracture toughness of human dentin. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2009;2(5):550-9.
6. de Noronha F, Scelza MF, da Silva LE, de Carvalho WR. Evaluation of compressive strength in the first premolars between young and elderly people: ex vivo study. *Gerodontology.* 2012;29(2):e898-901.
7. Koester KJ, Ager JW, Ritchie RO. The effect of aging on crack-growth resistance and toughening mechanisms in human dentin. *Biomaterials.* 2008;29(10):1318-28.
8. Panitvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1995;21(2):57-61.
9. Acquaviva PA, Madini L, Krokidis A, Gagliani M, Mangani F, Cerutti A. Adhesive restoration of endodontically treated premolars: influence of posts on cuspal deflection. *J Adhes Dent.* 2011;13(3):279-86.
10. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1989;15(11):512-6.
11. Magne P, Knezevic A. Influence of overlay restorative materials and load cusps on the fatigue resistance of endodontically treated molars. *Quintessence Int.* 2009;40(9):729-37.
12. Linn J, Messer HH. Effect of restorative procedures on the strength of endodontically treated molars. *J Endod.* 1994;20(10):479-85.
13. Plotino G, Buono L, Grande NM, Lamorgese V, Somma F. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with extensive composite resin restorations. *J Prosthet Dent.* 2008;99(3):225-32.
14. ElAyouti A, Serry MI, Geis-Gerstorfer J, Löst C. Influence of cusp coverage on the fracture resistance of premolars with endodontic access cavities. *Int Endod J.* 2011;44(6):543-9.
15. Taha NA, Palamara JE, Messer HH. Fracture strength and fracture patterns of root filled teeth restored with direct resin restorations. *J Dent.* 2011;39(8):527-35.
16. Soares PV, Santos-Filho PC, Gomide HA, Araujo CA, Martins LR, Soares CJ. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part II: strain measurement and stress distribution. *J Prosthet Dent.* 2008;99(2):114-22.

17. Cobankara FK, Unlu N, Cetin AR, Ozkan HB. The effect of different restoration techniques on the fracture resistance of endodontically-treated molars. *Oper Dent.* 2008;33(5):526-33.
18. Mohammadi N, Kahnamoii MA, Yeganeh PK, Navimipour EJ. Effect of fiber post and cusp coverage on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars directly restored with composite resin. *J Endod.* 2009;35(10):1428-32.
19. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008;39(2):117-29.
20. Zicari F, Coutinho E, Scotti R, Van Meerbeek B, Naert I. Mechanical properties and micro-morphology of fiber posts. *Dent Mater.* 2013;29(4):e45-52.
21. Belli S, Erdemir A, Ozcopur M, Eskitascioglu G. The effect of fibre insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite. *Int Endod J.* 2005;38(2):73-80.
22. Oskoe PA, Ajami AA, Navimipour EJ, Oskoe SS, Sadjadi J. The effect of three composite fiber insertion techniques on fracture resistance of root-filled teeth. *J Endod.* 2009;35(3):413-6.
23. Rodrigues FB, Paranhos MP, Spohr AM, Oshima HM, Carlini B, Burnett LH. Fracture resistance of root filled molar teeth restored with glass fibre bundles. *Int Endod J.* 2010;43(5):356-62.
24. Beltrão MC, Spohr AM, Oshima HM, Mota EG, Burnett LH. Fracture strength of endodontically treated molars transfixed horizontally by a fiber glass post. *Am J Dent.* 2009;22(1):9-13.
25. Zhang K, Kim YK, Cadenaro M, Bryan TE, Sidow SJ, Loushine RJ, Ling JQ, Pashley DH, Tay FR. Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *J Endod.* 2010;36(1):105-9.
26. Rajesh Krishan, Impacts of Conservative Endodontic Cavity on Root Canal Instrumentation Efficacy and Resistance to Fracture Assessed in Incisors, Premolars, and Molars. *J Endod.* 2014;40(8):1160-6
27. Zelic K, Milovanovic P, Rakocevic Z, Askrabic S, Potocnik J, Popovic M, Djuric M. Nano-structural and compositional basis of devitalized tooth fragility, dental materials 2014;30(5):476-86
28. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material--part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent.* 2014;39(2): E71-82.
29. Bicalho AA, Valdívia AD, Barreto BC, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material--part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Oper Dent.* 2014;39(2):E83-92.
30. Soares CJ, Bicalho AA, Tantbirojn D, Versluis A. Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and different incremental techniques. *J Adhes Dent.* 2013;15(4):341-50.
31. Pereira R, Bicalho AA, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Effect of Restorative Protocol on Cuspal Strain and Residual Stress in Endodontically Treated Molars. *Oper Dent.* 2016;41(1):23-33.
32. Batalha-Silva S, de Andrada MA, Maia HP, Magne P.

- Fatigue resistance and crack propensity of large MOD composite resin restorations: direct versus CAD/CAM inlays. *Dent Mater.* 2013;29(3):324-
33. Ozsevik AS, Yildirim C, Aydin U, Culha E, Surmelioglu D. Effect of fibre-reinforced composite on the fracture resistance of endodontically treated teeth. *Aust Endod J.* 2016;42(2):82-7.
 34. Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi HF, Tashkandi E, Goracci C, Ferrari M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. *J Endod.* 2006;32(8):752-5.
 35. Scotti N, Coero Borga FA, Alovise M, Rota R, Pasqualini D, Berutti E. Is fracture resistance of endodontically treated mandibular molars restored with indirect onlay composite restorations influenced by fibre post insertion? *J Dent.* 2012;40(10):814-20.
 36. Kumagai N, Komada W, Fukui Y, Okada D, Takahashi H, Yoshida K, Miura H. Influence of the flexural modulus of prefabricated and experimental posts on the fracture strength and failure mode of composite resin cores. *Dent Mater J.* 2012;31(1):113-9.
 37. Scotti N, Forniglia A, Michelotto Tempesta R, Comba A, Saratti MC, Pasqualini D, Alovise M, Berutti E. Effects of fiber-glass-reinforced composite restorations on fracture resistance and failure mode of endodontically treated molars *J Dent.* 2016;53:82-7
 38. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Fotiadis N, Blunck U, Neumann K, Kielbassa AM, Paris S. Influence of endodontic treatment, post insertion, and ceramic restoration on the fracture resistance of maxillary premolars, *International Endodontic Journal* 2010;43; 469-477,.
 39. Zhou L, Wang Q. Comparison of fracture resistance between cast posts and fiberposts: a meta-analysis of literature. *J Endod.* 2013;39(1):11-5.
 40. Bromberg CR, Alves CB, Stona D, Spohr AM, Rodrigues-Junior SA, Melara R, Burnett LH Jr. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with horizontal fiberglass posts or indirect techniques, *J Am Dent Assoc.* 2016;147(12):952-958.
 41. Favero FJ, De Melo TA, Stona D, Mota EG, Spohr AM, Burnett LH Jr. Strengthening effect of horizontally placed fiberglass posts in endodontically-treated teeth restored with direct resin composite. *Am J Dent.* 2015;28(3):143-9.
 42. De Abreu RA, Pereira MD, Furtado F, et al. Masticatory efficiency and bite force in individuals with normal occlusion. *Arch Oral Biol.* 2014;59(10):1065-1074.
 43. Cosme DC, Baldisserotto SM, Canabarro Sde A, Shinkai RS. Bruxism and voluntary maximal bite force in young dentate adults. *Int J Prosthodont.* 2005;18(4):328-32.

ARTIGO 2

“Avaliação *in vitro* da Resistencia à fratura de molares tratados endodonticamente restaurados com resinas *Bulk Fill* e pinos de fibra de vidro”

1. INTRODUÇÃO

As resinas compostas têm sido o material restaurador de escolha para restabelecer a forma, estética e resistência dos dentes que apresentam perda de esmalte e dentina ocasionada por cáries e/ou traumas. A perda das estruturas de reforço, tais como as cristas marginais em cavidades MOD, leva à diminuição da rigidez do complexo dentário¹, afetando as cúspides por aumento da flexão ² e possibilitando a ocorrência de fraturas com danos passíveis de recuperação ou catastróficas.^{3,4,5}

As restaurações com resina composta, quando precedidas pelo uso da técnica adesiva, têm mostrado resultados satisfatórios por apresentarem comportamento e propriedades próximas à da dentina. Todavia, em dentes com perda da vitalidade, a resina não apresenta um comportamento mecânico satisfatório de resistência à fratura, evidenciando a necessidade de preservar ao máximo a estrutura dental.^{6,7,8}

As restaurações de resina composta são técnico-sensíveis, dependendo de um rigoroso protocolo de confecção, o qual está intimamente relacionado com a resistência à fratura e a longevidade do complexo dente-restauração.⁹ Alguns fatores podem comprometer o desempenho destas restaurações. Dentre eles podemos citar: o tamanho de cada incremento de resina, a forma de inserção na cavidade e a baixa intensidade de energia das unidades de fotoativação, que pode levar a uma subpolimerização, comprometendo a resistência da restauração.⁹

Em dentes posteriores com grande comprometimento tecidual, as restaurações indiretas têm mostrado resultados de recuperação da resistência à fratura próximo de um dente hígido. Todavia, necessitam de um desgaste maior da estrutura dental, apresentam custo mais elevado e dependem de um técnico para a sua confecção.^{10,11}

Outra alternativa encontrada na literatura para restaurar grandes cavidades em dentes posteriores, é a utilização de pinos de fibra de vidro cimentados no conduto e restaurados com resina composta com a finalidade de melhorar a dissipação das forças oclusais.^{12,13} Os resultados dessa associação são diversos. Alguns mostram o aumento da resistência à fratura¹⁴, em outros há diminuição¹⁸, e ainda há aqueles que reportaram não haver diferença quando comparado com os dentes apenas restaurados com resina composta.^{15,16,17}

Outra forma de utilização de pinos de fibra de vidro, é a inserção horizontal na coroa de molares restaurados com resina composta, mostrando resultados superiores quando comparados às cavidades restauradas somente com resina convencional.^{19,20,21} Provavelmente devido ao fato de o pino transversal devolver parte da estrutura de reforço coronal perdida. Esta técnica é uma alternativa, tornando-se de baixo custo comparado à uma restauração indireta e que depende somente do profissional.

Pensando em diminuir uma das variáveis na construção de restaurações de resina, que é a contração de polimerização, a indústria desenvolveu uma resina com baixa contração de polimerização. Tal fato, permitiu a redução da quantidade de incrementos necessários para apenas um incremento de até 5mm, vindo a diminuir o risco de falha adesiva, incorporação de bolhas e a redução do tempo necessário para sua confecção.^{22,23}

Restaurações com resina *Bulk Fill* associadas com a técnica de transfixação horizontal ainda não foram reportadas na literatura. Tal fato pode vir a simplificar as etapas clínicas em dentes altamente comprometidos na sua função mecânica bem como levar a um ganho significativo de tempo clínico e redução de custos ao paciente.

2. OBJETIVOS

Os objetivos desta pesquisa foram:

- Avaliar a resistência à fratura de molares endodonticamente tratados e restaurados com resina composta convencional ou *Bulk Fill*, com ou sem a transfixação horizontal de um pino de fibra de vidro.
- Avaliar o padrão de fratura após o ensaio mecânico.

3. HIPÓTESE INICIAL (HO)

A hipótese inicial será de que não haverá diferença estatística na resistência à fratura dos molares com preparo cavitário MOD tratados endodonticamente e restaurados com resina convencional, quando comparados aos dentes apenas restaurados com resina *Bulk fill* ou com pino de fibra de vidro inserido horizontalmente.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1 MATERIAIS

Os materiais que foram utilizados para a realização deste estudo e informações pertinentes a cada um estão descritos nos quadros 1, 2 e 3. (* De acordo com as informações técnicas de catálogos de produtos dos respectivos fabricantes, 2017).

Produto	RelyX™ Ultimate*	Single Bond Universal*	Reforpost® *	Ataque gel *
Descrição	Cimento resinoso Adesivo Cor A1	Adesivo	Pino de Fibra de Vidro Diâmetro 1,3 mm Altura 20 mm Cilíndrico	Ácido orto-fosfórico 37%
Lote	1711600685	645026	39910	180 15
Validade	07/2018	11/2018	06/2021	02/2018
Composição Química	Base: methacrylato monomeros, radiopacos, carga silanizada, componente iniciador, estabilizadores, aditivos rheologicos. Catalizador: monomeros methacrilato, radiopaco alkaline cargas, componentes iniciadores, estabilizadores, pigmentos, aditivos reológicos, corantes fluorescentes e ativador de auto cura para o adesivo scotchbond universal	10-MDP, resina Dimethacrylate, HEMA, Copolimero Vitrebond™, carga, álcool, água, Iniciadores, Silano	Fibras de Vidro Resina pigmentada Filamento aço inoxidável	Ácido orto-fosfórico 37%, Metilparabeno, corante azul, espesante e água deionizada
Fabricante	3M-ESPE	3M-ESPE	Angelus Ind Produtos Odontológicos Ltda Londrina Pr/Brasil	Biodinâmica Química e Farmaceutica Ltda, Ibiporã-Pr. Brasil

Quadro 1 –materiais utilizados na pesquisa.

Produto	Filtek ^{MR} Z250 XT*	Filtek ^{MR} Bulk Fill*	Filtek ^{MR} Bulk Fill Flow*
Descrição	Compósito Micro-híbrido Cor A2	Composito nano particulado	Compósito de baixa viscosidade nano particulado
Lote	596966	689744	734708
Validade	06/2019	04/2018	09/2018
Composição Química	Bis-GMA Bis-EMA UDMA Partícula de carga com 0,4 a 0,7µm Vidro de Boroaminosilicato de Bário 82% peso 68% volume	Partículas de Silica de 20nm, partículas de Zircônia de 4/11nm, aglomerados de partículas sílica /zircônia e partículas de fluoreto de Iterbio de 100nm, total em peso de 76,5%, (FMA), (AUDMA), (UDMA),(DDDMA)	-Bis-GMA -Bis-EMA -UDMA - Resinas à base de policrilatos -64,5% carga inorgânica em peso -42,5% em volume -Zircônia/sílica (0,01 a 3,5µm) -trifluoreto de itérbio (0,1 a 5µm)
Fabricante	3M-ESPE	3M-ESPE	3M-ESPE

Quadro 2- Materiais utilizados na pesquisa.

Produto	Sof-Lex*	Ponta diamantada 3131*	Ponta diamantada 2135*	Broca largo 4*
Descrição	Sistema de acabamento extra fino	Ponta tronco cônica de extremidade arredondada	Ponta tronco cônica de extremidade arredondada	Broca helicoidal com guia
Características		Diâmetro I.S.O. 025 Comprimento 4 mm Grão médio (90-120 mm)	Diâmetro I.S.O. 016 Comprimento 8 mm Grão médio (90-120 mm)	Comprimento de 28mm diâmetro de 1.3mm
Lote				
Validade				
Composição	Óxido de alumínio	Diamante e aço	Diamante e aço	Aço inoxidável
Fabricante	3M/ESPE St. Paul MN EUA	KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda Barueri/SP, Brasil	KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda Barueri/SP, Brasil	DENTSPLY Maillefer - EUA Tulsa, Oklahoma

Quadro 3- Materiais utilizados na pesquisa.

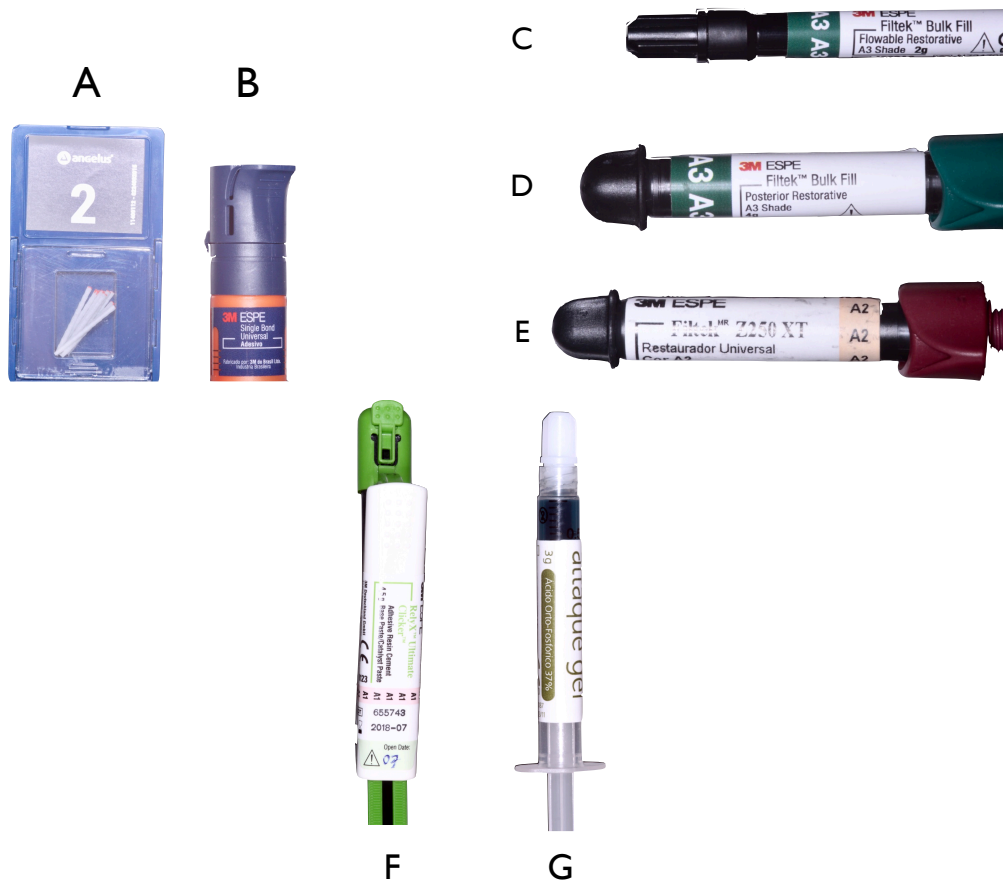


Figura 1 – Fotos dos materiais utilizados na pesquisa. (A) pino de fibra; (B) Adesivo *Single bond Universal*; (C) Resina *Filtek Bulk Fill Flow*; (D) Resina *Filtek Bulk Fill*; (E) Resina *Filtek Z250 XT*; (F) Cimento Resinoso *Relyx Ultimate*; (G) Ácido Ortofosfórico

4.2 MÉTODO

O cálculo do número de repetições por tipo de restauração foi realizado considerando um nível de significância de 5%, um poder nominal de 80%, uma diferença mínima entre as resistências médias de 230N, e um desvio padrão de 90N. Assim, o número mínimo de dentes por grupo calculado foi de 10 elementos. Noventa terceiros molares humanos extraídos por indicação terapêutica foram obtidos através de clinica odontológica privada com o termo de consentimento livre esclarecido assinado previamente pelos pacientes (termo em anexo). Os dentes coletados foram limpos e desinfetados em solução de cloramina 0,5% por 24h. Após, foram distribuídos aleatoriamente em nove grupos descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Grupos de estudo

Grupos	Preparo	Tratamento	Restauração	Pino de Fibra
	MOD	Endodôntico	Com Resina	De vidro
H (n=10)	Não	Não	Não	Não
MODSE (n=10)	Sim	Não	Não	Não
MODCE (n=10)	Sim	Sim	Não	Não
BF (n=10)	Sim	Sim	Sim	Não
BFF (n=10)	Sim	Sim	Sim	Não
Z250 (n=10)	Sim	Sim	Sim	Não
Z250P (n=10)	Sim	Sim	Sim	Sim
BFP (n=10)	Sim	Sim	Sim	Sim
BFFP (n=10)	Sim	Sim	Sim	Sim

H= hígido; MODSE=MOD sem endodontia; MODCE= MOD com endodontia; BF= *Bulk Fill*; BFF= *Bulk fill flow*; Z250= resina composta; Z250P= Resina Z250 + pino de fibra de vidro horizontal; BFP= Bulk Fil + pino de fibra de vidro horizontal; BFFP= Bulk fill flow+Z250+pino de fibra de vidro horizontal

4.2.1 PROCEDIMENTOS PARA CONFEÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

4.2.1.1 INCLUSÃO DO DENTE EM RESINA ACRÍLICA

O protocolo de inclusão dos dentes e preparo cavitário seguiu o modelo descrito por Beltrão *et al.*¹⁹ Um cilindro de PVC com diâmetro de dois centímetros e meio e altura de dois centímetros, foi elaborado para servir de molde para a inclusão do dente na resina acrílica autopolimerizável, e base, no momento do ensaio de resistência à fratura. Na sua borda superior, dois pontos foram demarcados referentes às extremidades da linha do diâmetro da circunferência. Foi fixada com cera utilidade, em cada registro, uma haste metálica na superfície externa do cilindro, e algumas linhas de referência foram demarcadas na peça dentária com o auxílio de uma lapiseira para orientar a sua inclusão em posição centralizada e padronizada: linha do colo anatômico, linha paralela ao colo anatômico distante dois milímetros, linha traçada de mesial para distal, passando pelo sulco central.

Resina acrílica autopolimerizável foi preparada e acomodada dentro do cilindro de PVC, sendo o dente introduzido na região central desta massa plástica até a linha

demarcada distante 2mm do colo anatômico, e sua coroa posicionada de maneira que a linha do sulco central ficasse coincidente com as hastes metálicas e o plano oclusal, e paralela ao plano superior do cilindro. (Fig. 2)

Uma vez concluído o procedimento de inclusão, cada peça foi identificada com um número de 01 a 10, associado à letra do grupo da tabela 1, escritos na superfície externa do cilindro de PVC. A seguir, foram armazenados em água destilada a 4°C.

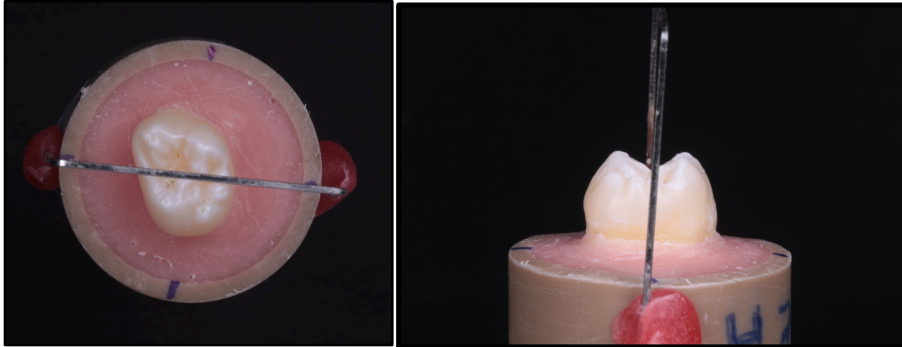


Figura 2 . Procedimento de inclusão do dente no acrílico

4.2.1.2 PREPARO CAVITARIO MOD

Para que este procedimento fosse padronizado, utilizou-se um aparelho adaptado sob uma base de um microscópio (fig. 3)¹⁹, que consiste de um dispositivo móvel metálico bipartido, contendo dois nichos: um menor, para inserir uma haste metálica fixa existente no corpo deste aparelho e outro maior, para localizar a peça de alta rotação (fig.3). Uma vez inserida a ponta diamantada 3131 (KG Sorensen), com 4mm de comprimento da ponta ativa, na cabeça da peça da alta rotação, esta foi posicionada de maneira que ficasse paralela à face mesial do dente. O anel de PVC foi posicionado no nicho e imobilizado através de um parafuso rosqueável. A plataforma foi deslocada para frente e para trás, para a direita e para a esquerda, realizando todos os movimentos necessários no momento do preparo cavitário com auxílio de uma caneta de alta rotação.

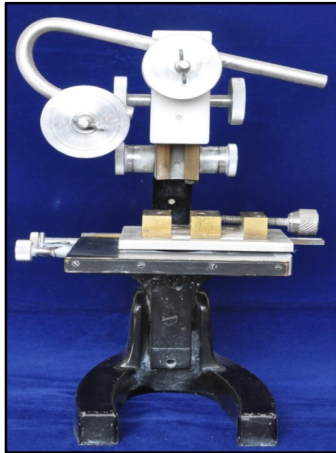


Figura 3. Dispositivo de padronização do preparo cavitário

Algumas referências foram delimitadas para que cada dente recebesse um preparo cavitário MOD padronizado em largura e profundidade. A largura vestibulo-palatina correspondeu a dois terços da distância intercuspídea e quatro milímetros de profundidade.

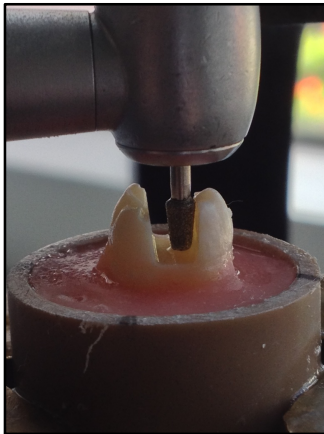


Figura 4. Cavidade MOD sendo confeccionada com a ponta 3131

O preparo MOD apresentou somente paredes vestibular e palatina, um assoalho comum de mesial à distal e ângulos áxio-pulpar, vestibular e palatino arredondados naturalmente pelo formato da extremidade da ponta diamantada. A ponta diamantada foi trocada a cada cinco preparos, os quais foram realizados por um único operador (fig.5). Após os preparos, os dentes foram novamente armazenados em água destilada à temperatura de 4°C.

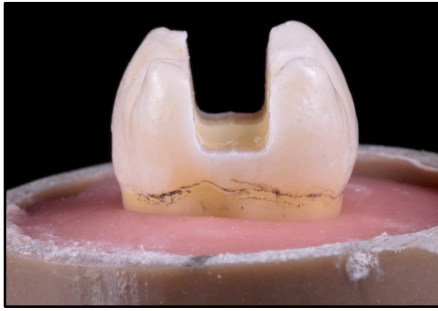


Figura 5. Preparo cavitário padronizado pronto

4.2.1.3 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O tratamento endodôntico seguiu o seguinte protocolo: para o acesso cavitário, foram utilizadas pontas diamantadas número 02 e 04 (KG Sorensen Ind. e Com Ltda., Barueri, SP, Brasil) em alta rotação e refrigeradas. A forma de conveniência do preparo foi obtida utilizando brocas Endo-Z (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) em alta rotação e refrigeração. Nesse momento, foi realizada irrigação com hipoclorito de sódio a 1% (Johnson&Johnson Produtos Profissionais Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil) utilizando seringa plástica dosadora de 5ml Plas Cap (Becton Dickinson Ind. Cir Ltda., Curitiba, PR, Brasil) para remover a dentina socavada. Após, a exploração dos canais foi realizada com lima Flexo File número 15 (Flexo File, Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) e o preparo do acesso aos canais foi realizado com brocas Gattes-Glidden número 01 e 02 (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil), com cuidadosa irrigação dos canais com hipoclorito de sódio a 1%. Em seguida, os canais foram irrigados com soro fisiológico em abundância, para a eliminação total da solução irrigadora, e foram secos com cones de papel (Tanari Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil), estando prontos para receber a guta-percha (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) e o cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio. Foi realizada a condensação vertical na guta-percha com condensador de Paiva número 2 (Dentsply Ind. e Com Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) em toda a extensão do conduto. Assim que essa etapa foi concluída, as amostras foram recolocadas no recipiente original com água destilada para prevenir desidratação. Este procedimento foi realizado por um especialista em endodontia.



Figura 6. Tratamento endodôntico finalizado

4.2.1.4 DEMARCAÇÃO E PERFURAÇÃO PARA A TRANSFIXAÇÃO DO PINO DE FIBRA DE VIDRO

O preparo do orifício para a transfixação do pino de fibra de vidro foi realizado inicialmente com a demarcação nas faces vestibular e palatina, com o auxílio de uma lapiseira para orientação e inserção da ponta diamantada.

As perfurações foram realizadas com pontas diamantadas. Inicialmente com a ponta diamantada nº 2135 (KG Sorensen), sob irrigação abundante e finalizando com a broca largo nº 4 para obter o diâmetro de 1,3 mm na região mais proeminente da face palatina e na intersecção do terço mesial com o terço central da face vestibular, ficando posicionadas em dentina e próximas do limite amelodentinário. (fig.7)

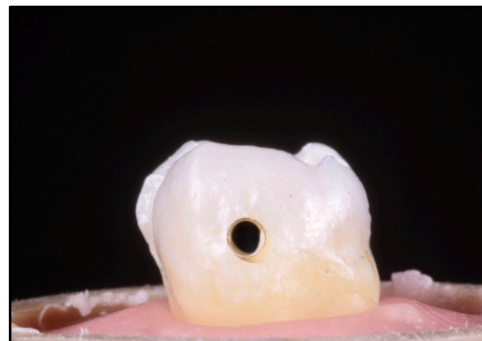
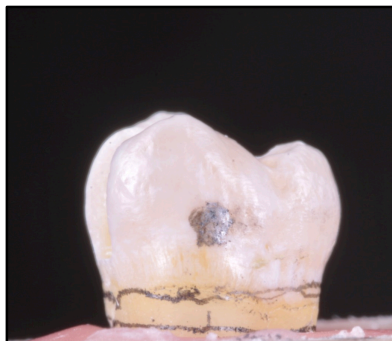


Figura 7. Demarcação para confecção da perfuração transversal e após a confecção.

4.2.1.5 COLAGEM DO PINO DE FIBRA DE VIDRO

Os procedimentos a seguir foram realizados de acordo com as instruções do fabricante:

-Para os grupos que receberam restaurações o preparo cavitário em dentina, e os orifícios para transfixação não foram condicionados, somente foram condicionadas as margens dos preparos em esmalte com ácido fosfórico a 37% (Ataque gel, Biodinâmica) por 30 segundos, lavadas com spray de ar e água por 30 segundos e secas com jatos de ar por 5 segundos. Em seguida, foi realizado o protocolo de colagem descrito a seguir (materiais utilizados descritos nos quadros 1, 2 e 3):

- Os pinos de fibra foram limpos com uma gaze embebida em álcool. Após a volatilização, foi aplicado, com o auxílio de um pincel descartável, o adesivo Single Bond Universal (3M). Em seguida, foram aplicados jatos de ar para volatilizar o solvente e foram fotopolimerizados por 10 segundos com a unidade de luz LED Valo (Ultradent) com intensidade de luz +/- 1.200 mW/cm², conferida a cada 5 corpos de prova através de um radiômetro (Eccel R-D7).

- No esmalte e dentina aplicou-se 2 camadas consecutivas do sistema adesivo Single Bond Universal (3M), agitando por 20s sem envolver os orifícios para transfixação do pino de fibra. Após a última camada, foram aplicados por 5 segundos, jatos de ar para remover resíduos de solvente e partículas dispersas de água. Foi realizada a fotopolimerização por 10 segundos com uma unidade de luz LED Valo (Ultradent). Nos grupos com pino de fibra transversal, foi realizada a aplicação do sistema adesivo nos orifícios coronários para a transfixação horizontal do pino de fibra, mas sem realizar a fotopolimerização.

- Nos grupos de transfixação horizontal (BFP, BFFP e Z250P) foram inseridos nos orifícios coronários o cimento resinoso *RelyX™ Ultimate* (3M) para a fixação do pino de fibra de vidro. Em seguida, foi realizada a fotoativação do sistema adesivo conjuntamente com o cimento resinoso por 20s, por vestibular e palatal. (fig.8)

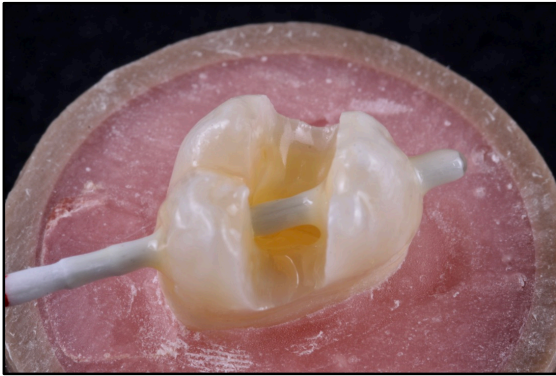


Figura 8. Pino de fibra de vidro transversal cimentado na horizontal

- Para a restauração do preparo cavitário MOD dos grupos Z250 e Z250P, foi utilizada a resina composta fotopolimerizável Z250 (3M). O material foi inserido na cavidade com o auxílio de uma espátula para resina, utilizando-se a técnica incremental de no máximo 2,5mm de espessura e fotoativado por 20 segundos cada incremento.
- Para os grupos BFF e BFFP as restaurações iniciaram com a construção das paredes proximais através da utilização da resina composta Z250(3M) de forma incremental e fotopolimerizada por 20s cada incremento. Em seguida, foram preenchidos 2/3 da cavidade por oclusal com a resina *Filtek Bulk fill Flow* (3M) e fotopolimerizada por 20s por oclusal. Sobre esta, foi aplicada uma camada de resina composta Z250(3M) de forma incremental e polimerizada por 20s cada incremento.
- Nos grupos BFP e BF, a cavidade MOD foi restaurada com a resina *Filtek Bulk fill* (3M) em um único incremento e fotopolimerizada por 10s em cada face (Oclusal, Vestibular, Palatino).
- Após realizadas as restaurações, as extremidades dos pinos de fibra foram cortadas rentes à superfície dental com o auxílio de uma ponta diamantada 2135 (KG Sorensen) em alta rotação com spray de ar e água. Em seguida, foi aplicada uma camada de adesivo sobre a área exposta do pino, fotoativada por 10 s e uma fina camada de resina composta Z250 (3M) recobriu a superfície e, em seguida, foi fotopolimerizada (fig.9). A superfície oclusal recebeu acabamento com discos de lixa *sof-lex pop on Xt* (3M).

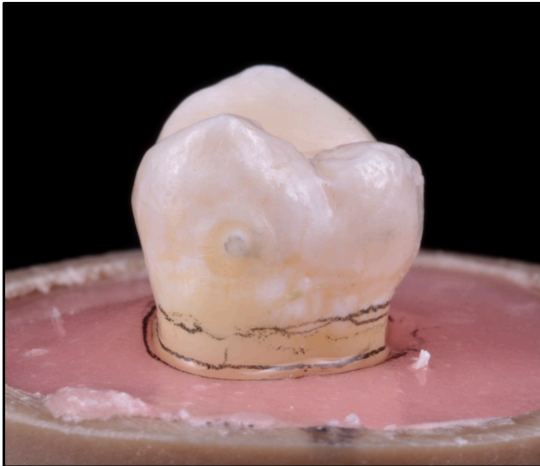


Figura 9. Extremidade do pino cortado e coberto com fina camada de resina

Depois de concluída a sequência relativa à cada grupo, as amostras foram recolocadas nos seus respectivos recipientes com água destilada e mantidas por 24 horas à temperatura de 37°C em uma estufa (Fanem, Modelo 002-CB, São Paulo, SP, Brasil).

Decorrido esse tempo, todos os grupos foram submetidos ao ensaio de resistência.

4.2.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA

Os corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal EMIC DL – 2000 (São José do Pinhais, PR, Brasil). A célula de carga selecionada foi de 10kN a uma velocidade de 1mm/min.

O posicionamento do corpo de prova na máquina de ensaio obedeceu ao seguinte roteiro de montagem: no braço móvel da máquina de ensaio foi fixada a célula de carga, sendo rosqueada uma peça metálica, contendo na extremidade livre um cilindro de aço com 7,5mm de diâmetro e 16mm de comprimento. O corpo de prova foi posicionado sobre uma mesa redonda previamente rosqueada na travessa inferior da máquina. O braço móvel foi acionado até a barra cilíndrica para contactar somente com os planos inclinados da superfície intercuspídea da face oclusal do corpo de prova, assentando-o no sentido méso-distal (fig.10). A angulação intercuspídea de 90°, que foi realizada na escultura oclusal dos corpos de prova restaurados com resina composta, evitou que o cilindro tocasse em qualquer ponto da restauração. A tensão de compressão foi aplicada paralelamente ao longo eixo do

dente até a sua fratura. A força máxima de resistência à fratura (ruptura) para cada corpo de prova foi registrada em Newtons.

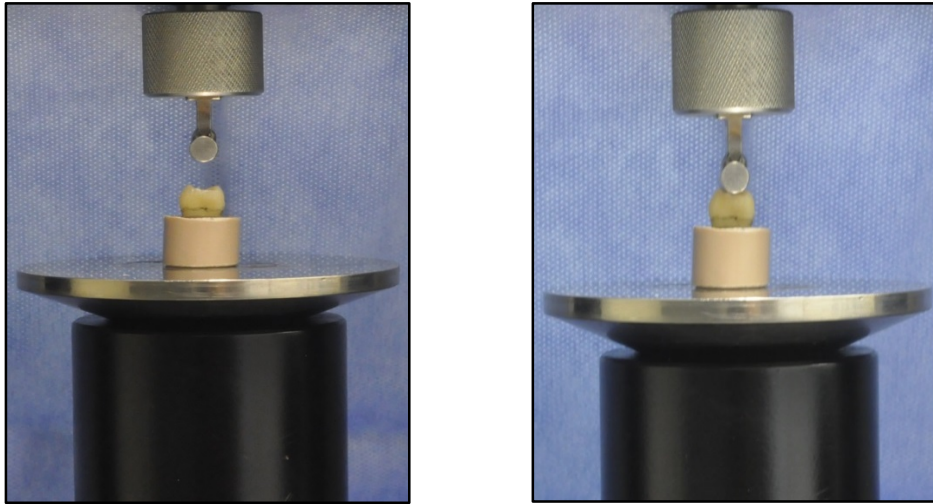


Figura 10. Posicionamento dos corpos de prova na Máquina de ensaio EMIC DL – 2000

4.2.3 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA DENTÁRIA

Depois de realizado o teste de resistência à fratura, os corpos de prova foram submetidos ao exame visual, com o auxílio de lupa de magnificação de 4X (Bioart, São Paulo, SP) para a avaliação do tipo de fratura dentária. Foram classificados dois tipos de fratura: 1) fratura de assoalho pulpar, podendo estar associada ou não à fratura de cúspide e 2) fratura de cúspides apenas. Foi considerada fratura de assoalho (A) quando a linha de fratura dividiu o dente em duas partes somente no nível do assoalho pulpar da cavidade, independente do sentido ser vestibular/palatino ou mesial/distal, sendo considerado não restaurável. A fratura de cúspide (C) foi considerada quando a linha de fratura envolveu total ou parcialmente a cúspide, independente da presença ou ausência do seu deslocamento, sendo considerada restaurável. (fig.11)

4.2.4 TESTE ESTATÍSTICO

Após a obtenção dos resultados, com o objetivo de comparar os grupos entre si, foram realizados os testes estatísticos de Análise de Variância (ANOVA) e de comparações múltiplas de Tukey com nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS

O resultado de análise de variância indicou haver diferença entre os grupos ($p=0,0001$)

Tabela 2 - Valores das médias para a resistência à fratura e tipo de falha dos grupos testados. Médias seguidas da mesma letra não apresentam diferença estatística para ANOVA e Tukey ($\alpha=5\%$) (A= assoalho, C=cúspide)

Grupos	Média (N)	DP	CV	Tipo de falha	
H (a)	3930	634	16	C=10	A=zero
MODSE (d)	957	370	38	C=6	A=4
MODCE (d)	611	76	12	C=4	A=6
BF (d)	1103	443	40	C=Zero	A=10
BFF (d)	978	405	41	C=Zero	A=10
Z250 (d)	1359	202	14	C=4	A=6
Z250P (b)	2525	301	11	C=5	A=5
BFP (bc)	1891	867	45	C=5	A=5
BFFP (bc)	2031	714	35	C=9	A=1

CV=Coeficiente de variação, DP= Desvio padrão, N=Newton

Observa-se na tabela 2 que o grupo dos dentes hígidos (H) apresentou a maior resistência à fratura (3930N) sendo a diferença estatisticamente significativa para os demais grupos. Dentre os grupos restaurados, o (Z250P) apresentou o maior valor médio; porém, não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos restaurados com pino (BFP e BFFP). Os grupos restaurados com pinos apresentaram diferença estatística quando comparados aos não restaurados com pinos, quando considerada a mesma resina composta.

Tipos de falhas

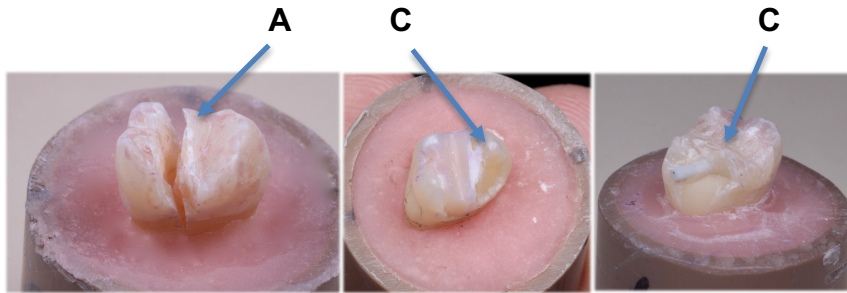


Figura 11. Tipos de falhas, (A) assoalho e (C) cúspide

6 - DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo *in vitro* permitiram observar que a hipótese inicial não foi aceita, pois as médias de resistência entre os grupos BF, BFF e Z250 diferiram dos grupos restaurados com pinos, considerando o mesmo protocolo restaurador. Não obstante, os resultados encontrados em nosso trabalho confirmam a redução da resistência de um dente com preparos MOD (957N) e de dentes tratados endodonticamente (611N), não sendo, no entanto, diferentes entre si estatisticamente. Todavia, ambos os grupos diferiram dos dentes hígidos (3930N), confirmando os dados de *REEH et al* (1989)¹, os quais reportaram que a perda de resistência em dentes posteriores era devido à: endodontia (5%) e ao preparo MOD (84,44%) com a remoção das cristas marginais e consequente perda de rigidez.

Restabelecer a resistência ao dente, com essa perda, requer um material restaurador que possa devolver um valor de resistência que suporte as forças mastigatórias normais que oscilam entre 600 e 800N.^{24,25} Nesse sentido, várias técnicas restauradoras diretas já foram propostas, dentre as quais podem ser citadas o uso de resinas compostas reforçadas com cargas inorgânicas de diferentes tipos, tamanhos e quantidade, bem como o uso de fibras de vidro com a finalidade de aumentar a resistência à carga axial.²⁶ Todavia, um fato concreto é que ainda não há técnica restauradora direta com a capacidade de restituir a resistência à fratura de um dente hígido.

Comparando o grupo MODCE (611N) com o grupo Z250 (1359N), houve um aumento considerável na resistência à fratura, mas não diferiu estatisticamente se comparado com o grupo MODSE (957N), resultado que surpreendeu, pois, o grupo MODSE é somente o preparo MOD sem endodontia e sem restauração. Valor obtido que preocupa, pois, em geral, é a forma que os clínicos mais utilizam para restaurar um dente.

Na comparação do grupo que recebeu restauração de resina convencional (Z250-1359N), com os grupos que utilizaram as resinas *Bulk fill*, (BF-1103N e BFF-978N), obtiveram resultados de resistência semelhantes estatisticamente entre si. As resinas *Bulk fill* sofreram modificações em sua formulação para que permitissem a polimerização em camadas superiores a 4mm. Dentre elas está a quantidade de carga inorgânica (76,5% peso) para BF e (64,5% peso) para BFF, comparada à resina convencional Z250 (82% peso), além da inclusão de monômeros que atuam na redução da contração de polimerização (AUDMA e AFM) e, por consequência, a redução da flexão das cúspides^{27,28}. Essa diferença de quantidade de carga e seu tamanho nanométrico, favorece a passagem da luz, permitindo atingir uma maior profundidade de polimerização.²⁹ A menor quantidade de carga na composição das resinas *Bulk fill* não influenciou na resistência à fratura, comparadas com a Z250. Entretanto, essa diferença pode ter influenciado no modo de falha nos grupos BF e BFF.

Os grupos em que foram utilizados pinos de fibra de vidro cimentados na posição horizontal, apresentaram os maiores valores de resistência à fratura (BFP 1891N, BFFP 2031N e Z250P 2525N). Realizando a média dos grupos restaurados com pinos na posição horizontal (2149N), é possível perceber que há um ganho de resistência de 252% em relação ao preparo cavitário com endodontia sem restauração (611N) e de 87,5% considerando a média das restaurações de resina composta sem pino (1146N). Em relação aos dentes hígidos, o grupo com maior resistência, Z250P recuperou 64% da resistência, valor levemente superior ao estudo de Fávero³³ com 57% e 61,6% de Beltrão *et al.*¹⁹

Em relação às falhas após o ensaio mecânico, observou-se que o grupo BFF, onde a resina *Flow* com módulo de elasticidade de 4,5 GPa foi recoberta com uma resina composta microhíbrida (Z250 XT), com módulo de elasticidade de 11,65GPa, não apresentou um comportamento favorável à preservação do assoalho pulpar.

Todavia, quando associado o pino de fibra de vidro em ambos os grupos, a proteção do assoalho pulpar aumentou consideravelmente, influenciado na absorção e distribuição da força aplicada, direcionando para fratura a de cúspide. É interessante observar que quando não utilizado o pino de fibra de vidro, a resina *Bulk Fill*, com módulo de elasticidade de 10GPa, o padrão de fratura foi similar ao da *Bulk Fill Flow* com 100% de falhas de assoalho pulpar, porém diferentes da Z250. Ambas resinas *Bulk* apresentam composição químicas diferentes das resinas compostas convencionais. Apesar do fabricante da *Filtek Bulk Fill* ressaltar que o principal monômero constituinte da cadeia polimérica, o DDDMA (dodecanodiol dimetacrilato) é um monômero de elevado peso molecular (338,448 g/mol), este é menor quando comparado ao Bis-GMA (512,599 g/mol) e Bis-EMA (540 g/mol), presentes na Z250. Tal fato pode estar correlacionado à uma maior rigidez da matriz polimérica da Z250, a qual também apresenta maior conteúdo de carga inorgânica (82% versus 76%). Comparada à *Bulk Fill Flow*, a composição química da Z250 é similar (Bis-EMA, UDMA e Bis-GMA), todavia a quantidade de partículas inorgânicas é menor (64,5% versus 82%) e tal fato pode ter contribuído para um maior número de falhas catastróficas, comparadas à Z250. Ainda neste contexto, em relação ao modo de falhas, o grupo BFFP apresentou o melhor resultado, sendo 90% recuperáveis contra 50% somente para o grupo BFP. Tal fato reforça a tese de que cavidades preenchidas com resinas de baixo módulo flexural podem também distribuir as forças aos tecidos produzindo fraturas catastróficas.^{31,32}

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, as resinas *Bulk Fill* são materiais que podem ser utilizados para restaurar dentes com grandes perdas de estrutura dentária pelo fato de permitirem um único incremento de até 5mm, reduzindo o tempo clínico e as consequências da contração de polimerização. Todavia, o uso do pino de vidro horizontal deve estar sempre associado para proteção do assoalho pulpar. Não obstante, deve ser ressaltado que resinas do tipo *Bulk Fill* podem apresentar uma menor resistência ao desgaste devido a menor quantidade de material inorgânico o qual confere maior resistência.³⁰

Como dito anteriormente, os valores de resistência obtidos em nosso estudo *in vitro* são maiores do que os resultados das forças mastigatórias, o que nos permite especular que, em ambiente normal, teríamos uma alta taxa de sucesso. Todavia, fatores como degradação pelo estresse mecânico e térmico, os quais podem reduzir

a vida útil da restauração²⁴, devem ser levados em consideração na transcrição dos dados obtidos *in vitro* para uso *in vivo*.

7 - CONCLUSÃO

- 1- Utilizar um pino de fibra de vidro transfixado horizontalmente em cavidades MOD com endodontia e restaurar com resinas compostas *Bulk Fill* ou convencional (Z250) permitiu maiores valores de resistência à fratura quando não utilizado o pino.
- 2- O uso do pino de fibra de vidro diminuiu a ocorrência de fraturas de assoalho da câmara pulpar em molares tratados endodonticamente restaurados com resinas compostas do tipo *Bulk Fill* e convencional.

8 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1989;15(11):512-6.
2. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod.* 2010; 36:609-617.
3. Panitvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1995;21(2):57-61.
4. Acquaviva PA, Madini L, Krokidis A, Gagliani M, Mangani F, Cerutti A. Adhesive restoration of endodontically treated premolars: influence of posts on cuspal deflection. *J Adhes Dent.* 2011;13(3):279-86.
5. Magne P, Knezevic A. Influence of overlay restorative materials and load cusps on the fatigue resistance of endodontically treated molars. *Quintessence Int.* 2009;40(9):729-37.
6. Mondelli J, Ishikiriyama A, Pereira JC, Francischone CE, de Lima Navarro MF, Galan Júnior J, et al. Cross-splinting a weakened tooth with a horizontal pin: a new method. *J Prosthet Dent.* 1987;57(4):442-5.
7. Mondelli J, Steagall L, Ishikiriyama A, de Lima Navarro MF, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J Prosthet Dent.* 1980;43(4):419-22.
8. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-- Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007;38(9):733-43.
9. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* 1996;21(1):17- 24.
10. Linn J, Messer HH. Effect of restorative procedures on the strength of endodontically treated molars. *J Endod.* 1994;20(10):479-85.
11. El Ayouti A, Serry MI, Geis-Gerstorfer J, Löst C. Influence of cusp coverage on the fracture resistance of premolars with endodontic access cavities. *Int Endod J.* 2011;44(6):543-9.
12. Mohammadi N, Kahnamoii MA, Yeganeh PK, Navimipour EJ. Effect of fiber post

- and cusp coverage on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars directly restored with composite resin. *J Endod.* 2009;35(10):1428-32.
13. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008;39(2):117-29.
 14. Scotti N, Forniglia A, Michelotto Tempesta R, Comba A, Saratti MC, Pasqualini D, Alovise M, Berutti E. Effects of fiber-glass-reinforced composite restorations on fracture resistance and failure mode of endodontically treated molars *J. Dent.* 2016;53:82-87.
 15. Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi HF, Tashkandi E, Goracci C, Ferrari M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. *J Endod.* 2006;32(8):752-5.
 16. Scotti N, Coero Borga FA, Alovise M, Rota R, Pasqualini D, Berutti E.
Is fracture resistance of endodontically treated mandibular molars restored with indirect onlay composite restorations influenced by fibre post insertion? *J Dent.* 2012;40(10):814-20.
 17. Kumagai N, Komada W, Fukui Y, Okada D, Takahashi H, Yoshida K, Miura H. Influence of the flexural modulus of prefabricated and experimental posts on the fracture strength and failure mode of composite resin cores. *Dent Mater J.* 2012;31(1):113-9.
 18. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Fotiadis N, Blunck U, Neumann K, Kielbassa AM, Paris S. Influence of endodontic treatment, post insertion, and ceramic restoration on the fracture resistance of maxillary premolars, *International Endodontic Journal* 2010;43:469-477,.
 19. Beltrão MC, Spohr AM, Oshima HM, Mota EG, Burnett LH. Fracture strength of endodontically treated molars transfixed horizontally by a fiber glass post. *Am J Dent.* 2009;22(1):9-13.
 20. Bromberg CR, Alves CB, Stona D, Spohr AM, Rodrigues-Junior SA, Melara R, Burnett LH Jr. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with horizontal fiberglass posts or indirect techniques, *J Am Dent Assoc.* 2016;147(12):952-958.

21. Favero FJ, De Melo TA, Stona D, Mota EG, Spohr AM, Burnett LH Jr. Strengthening effect of horizontally placed fiberglass posts in endodontically-treated teeth restored with direct resin composite. *Am J Dent.* 2015;28(3):143-9.
22. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites, *Dent Mater.* 2014;30(2):149-54.
23. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: Effect on adhesion to cavity-bottom dentin *Dent Mater.* 2013;29(3):269-77
24. De Abreu RA, Pereira MD, Furtado F, et al. Masticatory efficiency and bite force in individuals with normal occlusion. *Arch Oral Biol.* 2014;59(10):1065-1074.
25. Cosme DC, Baldisserotto SM, Canabarro Sde A, Shinkai RS. Bruxism and voluntary maximal bite force in young dentate adults. *Int J Prosthodont.* 2005;18(4):328-32.
26. Ozsevick AS, Yildirim C, Aydin U, Culha E, Surmelioglu D., Effect of fibre-reinforced composite on the fracture resistance of endodontically treated teeth., *Aust Endod J.* 2016;42(2):82-7
27. Rosatto CM, Bicalho AA, Veríssimo C, Bragança GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique, *J Dent.* 2015;43(12):1519-28.
28. Miletic V, Peric D, Milosevic M, Manojlovic D, Mitrovic N. Local deformation fields and marginal integrity of sculptable bulk-fill, low-shrinkage and conventional composites *Dent Mater.* 2016;32(11):1441-1451.
29. Miletic V, Pongprueksa P, De Munck J, Brooks NR, Van Meerbeek B. Curing characteristics of flowable and sculptable bulk-fill composites. *Clin Oral Investig.* 2017;21(4):1201-1212.
30. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42(8):993-1000.
31. Ilie N, S Bucuta, and M Draenert (2013) Bulk-fill Resin-based Composites: An *In Vitro* Assessment of Their Mechanical Performance. *Operative Dentistry.* 2013; 38;(6):618-625.

32. Papadogiannis D., Tolidis K., Gerasimou P., Lakes R., Papadogiannis Y. Viscoelastic properties, creep behavior and degree of conversion of bulk fill composite resins. *Dent. Mater.* 2015; 31:1533–1541
33. Fernando José Fávero. **Tese:** Influência de diferentes materiais restauradores associados à transfixação horizontal de pino de fibra de vidro na resistência à fratura de molares tratados endodonticamente. 2016. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 46p.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria Acadêmica
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: proacad@pucrs.br
Site: www.pucrs.br/proacad