



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Odontologia

Ana Regina Cervantes Dias

**Avaliação da customização por desgaste de pinos pré-fabricados de fibra de
vidro**

Rio de Janeiro

2012

Ana Regina Cervantes Dias

Avaliação da customização por desgaste de pinos pré-fabricados de fibra de vidro

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Sayão de Miranda

Rio de Janeiro

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

D541 Dias, Ana Regina Cervantes.
Avaliação da customização por desgaste de pinos pré-fabricados de fibra de vidro / Ana Regina Cervantes Dias. – 2012.
83 f.

Orientador: Mauro Sayão de Miranda.
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Coroas (Odontologia) – Técnica para retentor intra-radicular. 2. Microscopia eletrônica de varredura. 3. Pinos dentários. 4. Restauração (Odontologia). I. Miranda, Mauro Sayão de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU
616.314

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Ana Regina Cervantes Dias

Avaliação da customização por desgaste de pinos pré-fabricados de fibra de vidro

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Dentística.

Aprovada em 25 de janeiro de 2012.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Sayão de Miranda
Faculdade de Odontologia - UERJ

Banca Examinadora: _____

Prof. Dr. Hélio Rodrigues Sampaio Filho
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof.^a Dra. Teresa Cristina Ávila Berlinck
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof. Dr. Adalberto Bastos de Vasconcellos
Faculdade de Odontologia - UFF

Prof. Dr. Márcio Antônio Paraizo Borges
Instituto de Odontologia – PUC-Rio

Prof. Dr. Marcos de Oliveira Barceleiro
Faculdade de Odontologia - UFF

Rio de Janeiro

2012

DEDICATÓRIA

À minha querida UERJ dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Katia Regina e Paulo Cesar por tudo, sempre.

Ao meu irmão Paulo Gustavo pela amizade, amor e incentivo.

À minha vizinha Doriléa por toda sua dedicação e apoio.

Ao meu marido Renato pela torcida, paciência, ajuda e companheirismo.

Ao meu avô Ubyratan, pois foi onde tudo começou.

Ao meu querido chefe, Paulo Gomes Rangel Júnior pela amizade e pelo exemplo.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Mauro Sayão pelo apoio e por acreditar neste trabalho.

Aos amigos do Colégio de Aplicação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), da Faculdade de Odontologia da UERJ, dos Cursos de Mestrado e Doutorado da UERJ, e da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro por acreditarem em mim.

À Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro, pelo apoio e incentivo para a realização deste curso.

Aos amigos da turma de Doutorado Ana Paula, Martha, Leandro e Marcelo pelos conselhos e risadas. Foi muito bom estudar e conviver com vocês.

Aos meus queridos alunos, pelo incentivo e torcida.

Ao Prof. Dr. Márcio Paraizo, pela amizade e incentivo.

À Prof.^a Dra. Tereza Berlinck e ao Banco de Dentes da UERJ, pela doação dos dentes.

Às empresas Dentsply e TDV pela ajuda e doação de materiais.

À amiga Lília, pela ajuda na confecção da parte experimental.

Às amigas Adriane e Janaína, pela torcida, ombro amigo e conselhos.

Ao engenheiro Marcos do Departamento de Engenharia de Materiais da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) pela ajuda nas microscopias eletrônicas.

Ao Prof. Dr. Jorge Pereira por abrir as portas do Instituto Tecnológico da PUC - Rio; à secretária Lúcia e aos técnicos Anderson, André, Roberta e Marques pelo auxílio na confecção dos testes mecânicos.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação e Pesquisa, em especial Denise, Antônio, José Carlos e Patrícia, por todo carinho e ajuda.

À bibliotecária Kalina e à revisora Celeste, pela ajuda na formatação do trabalho.

Aos professores da Faculdade de Odontologia da UERJ.

À UERJ, minha segunda casa, onde estudo desde 1986, responsável pela minha formação desde a primeira série do ensino fundamental até o Doutorado.

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.

Cora Coralina

RESUMO

DIAS, Ana Regina Cervantes. *Avaliação da customização por desgaste de pinos pré-fabricados de fibra de vidro*. 2012. 83f. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

O objetivo deste estudo foi avaliar pinos pré-fabricados de fibra de vidro (White Post DC/FGM) submetidos à customização por desgaste da porção apical. Experimento 1: 5 pinos n. 4 foram divididos em 5 grupos (G) de acordo com o instrumento de desgaste: GA - sem desgaste, GB- mini torno industrial (Dentsply), GC - ponta diamantada n. 3195F (KG Sorensen), GD - disco de lixa de granulação média (Sof-Lex/3M/ESPE), GE- alicate (Tramontina). Observou-se a micromorfologia dos pinos em microscópio eletrônico de varredura (ZEISS/DSM 960). Experimento 2: 60 pinos de diferentes diâmetros foram divididos em 6 grupos: G0 - pinos n. 0,5, G1 - pinos n. 1, G2 - pinos n. 2, G3 - pinos n. 3, G4 - pinos n.4, G5 - pinos n. 4 com terço apical desgastado com discos de lixa até o equivalente ao terço apical dos pinos n. 2. Os pinos foram submetidos ao teste de flexão de 3 pontos na máquina de ensaios universal (Instron 5500 R), conforme ISO 10477. Experimento 3: 20 caninos humanos permanentes sofreram tratamento endodôntico e remoção das coroas clínicas padronizando 15 mm de remanescente radicular. Os dentes foram incluídos em resina acrílica com simulação do ligamento periodontal, receberam férula de 2 mm e foram divididos em 2 grupos: GI - pinos n. 4 cimentados em condutos preparados com broca equivalente ao pino (FGM), GII - pinos n. 4 customizados no terço apical cimentados em condutos preparados com brocas (FGM) equivalentes aos pinos n. 2 em 10 mm e n. 4 em 5 mm. Os pinos foram cimentados com cimento resinoso (Rely X U100/3M/ESPE), os corpos de prova receberam coroas diretas de resina composta (Enforce Core/Dentsply) padronizadas com coras de policarbonato (TDV) e foram submetidos ao teste de resistência à fratura na Instron a 45° da ferramenta cilíndrica, com força de 500 N aplicada a 2 mm da incisal na face palatina/lingual, com velocidade de 0,5 mm/min até falha. O padrão de fratura foi classificado em favorável ou desfavorável. Os resultados foram tratados estatisticamente por teste de análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). Os resultados dos testes de flexão e fratura foram respectivamente: G0 - $58,40 \pm 6,40$; G1 - $83,95 \pm 9,43$; G2- $103,42 \pm 19,17$; G3 - $160,78 \pm 17,30$; G4 - $170,47 \pm 11,28$; G5 - $106,35 \pm 21,96$; GI - $303,02 \pm 62,21$ e GII - $402,81 \pm 131,97$. O padrão de fratura foi tratado por Mann-Whitney que observou semelhança estatística entre os grupos. Concluiu-se que o desgaste de pinos de fibra de vidro com pontas diamantadas ou discos de lixa produz alterações micromorfológicas aceitáveis. O corte com alicate deve ser evitado. A customização por desgaste da porção apical de pinos de fibra de vidro diminui a resistência à flexão a valores aceitáveis. Dentes restaurados com pinos de fibra de vidro customizados por desgaste possuem resistência à fratura superior a dentes restaurados com pinos intactos. A customização por desgaste facilita a adaptação do pino ao conduto radicular e preserva a estrutura dental.

Palavras-chave: Técnica para retentor intrarradicular. Microscopia eletrônica de varredura.

Resistência à flexão. Resistência à compressão.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate fibre posts (White Post DC/FGM) submitted to customization of the apical portion. Experiment 1: 5 #4 posts were divided into five groups (G) and submitted to different custom adaptation treatments: GA no surface treatment, GB- industrial shaping tool (Dentsply), GC- #3195 fine diamond bur (KG Sorensen), GD- medium-grain paper discs (Sof-Lex/3M/ESPE), GE- pliers (Tramontina). The micromorphology of the posts was observed in a scanning electron microscope (ZEISS/DSM 960). Experiment 2: 60 posts of different diameters were divided into six groups: G0 – #0.5 posts, G1 – #1 posts, G2 – #2 posts, G3 - #3 posts; G4 - #4 posts and G5 #4 posts submitted to custom adaptation of the apical portion with paper discs until the diameter was equivalent to #2 posts. The posts were submitted to a 3 point bending test in a universal testing machine (Instron/5500 R), according to ISO 10477. Experiment 3: 20 freshly extracted permanent healthy human canines with similar size were endodontically treated and the crowns were removed, leaving a remaining root length of 15 mm. The teeth were embedded in acrylic resin with simulation of the periodontal ligament, received a 2 mm ferule and were divided into two groups: G1- 10 #4 posts were cemented into post spaces prepared with #4 drill (FGM) at 10 mm, G2 - 10 #4 customized posts were cemented into root spaces prepared with #2 drill (FGM) at 10 mm and #4 drill (FGM) at 5 mm. The posts were cemented with resin cement (Rely X U100/3M/ESPE), and the teeth received direct crowns of composite resin (Enforce Core/Dentsply), standardized with polycarbonate crowns (TDV). The fracture strength was measured on an Instron, at 45 degrees to the long axis of the tooth, until fracture. The 500 N cylindrical load was applied to the buccal/lingual axis 2 mm below the incisal line, at crosshead speed of 0.5 mm/min. The fracture pattern was observed and classified as favorable or unfavorable. The results were submitted to ANOVA ($p \leq 0.05$). Flexural strength and resistance to fracture data were, respectively: G0 -58.40 ± 6.40 ; G1 $- 83.95 \pm 9.43$; G2 $- 103.42 \pm 19.17$; G3 $- 160.78 \pm 17.30$; G4- 170.47 ± 11.28 ; G5 $- 106.35 \pm 21.96$; GI $- 303.02 \pm 62.21$ and GII $- 402.81 \pm 131.97$. Fracture patterns were statistically similar according to Mann-Whitney test. It was concluded that customization of fibre posts with diamond burs or paper discs produces acceptable micromorphological changes. The cut of the post with pliers should be avoided. Grounding of the apical portion of fibre posts reduces the flexural strength to acceptable values. Teeth restored with grounded fiber posts have greater fracture strength than teeth restored with intact posts. Grounding of the post facilitates adaptation to root walls and preserves tooth structure.

Keywords: Post and core technique. Microscopy electron scanning. Flexural strength. Compressive strength.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 –	Materiais utilizados na análise da micromorfologia.....	42
Quadro 2 –	Tipos de desgaste dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro.....	43
Quadro 3 –	Materiais utilizados para avaliação da resistência à flexão.....	44
Quadro 4 –	Grupos da avaliação da resistência à flexão.....	45
Figura 1 –	Corte dos pinos.....	45
Figura 2 –	Aferição dos diâmetros do pino.....	46
Quadro 5 –	Diâmetros dos pinos em milímetros.....	46
Quadro 6 –	Média dos diâmetros dos pinos.....	47
Figura 3 –	Preparo do pino para desgaste.....	47
Figura 4 –	Pino antes e após customização por desgaste.....	48
Figura 5 –	Pino posicionado no dispositivo para teste de flexão em 3 pontos.....	48
Quadro 7 –	Materiais utilizados para avaliação da resistência à fratura.....	49
Figura 6 –	Metodologia de fabricação dos corpos de prova.....	54
Figura 7 –	Medidas utilizadas na fabricação dos corpos de prova.....	55
Figura 8 –	Teste de compressão tangencial.....	56
Figura 9 –	Exemplos de fraturas favoráveis.....	57
Figura 10 –	Exemplos de fraturas desfavoráveis.....	57
Figura 11 –	Fotomicrografias dos pinos testados.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média e desvio padrão do teste de resistência à flexão.....	60
Tabela 2 – Média e desvio padrão da resistência à fratura.....	61
Tabela 3 – Número de fraturas favoráveis e desfavoráveis.....	61
Tabela 4 – Classificação das fraturas.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Teste de análise de variância
CAD/CAM	Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
G	Grupo
HUPE	Hospital Universitário Pedro Ernesto
HV	Alta voltagem
ISO	International Organization for Standardization
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
Mag	Magnificação
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
PVC	Cloreto de polivinila
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
WD	Distância de trabalho

LISTA DE SÍMBOLOS

\pm	Mais ou menos
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
%	Porcentagem
GPa	Giga pascal
N	Newton
mm ²	Milímetro quadrado
Kgf	Kilograma força
Kg	Kilograma
n.	Número
$\frac{1}{3}$	Terço
°	Grau
mW/cm ²	Miliwatt por centímetro quadrado
rpm	Rotação por minuto
kV	Kilovolt
X	Vezes
μm	Micrometro
\leq	Menor ou igual

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	14
1	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
1.1	Evolução dos sistemas retentores intrarradiculares.....	19
1.2	Remanescente dental, desenho e adaptação de pinos de fibra.....	22
1.3	Resistência à flexão de pinos de fibra.....	30
1.4	Resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de fibra.....	34
1.5	Adesão dos pinos às paredes dentinárias.....	38
2	PROPOSIÇÃO.....	41
3	MATERIAISE MÉTODOS.....	42
3.1	Experimento 1: análise da micromorfologia de pinos pré-fabricados de fibra de vidro submetidos a desgaste com 4 diferentes tipos de instrumentos.....	42
3.1.1	<u>Materiais.....</u>	42
3.1.2	<u>Métodos.....</u>	43
3.2	Experimento 2: avaliação da resistência à flexão de pinos de fibra de vidro desgastados.....	44
3.2.1	<u>Materiais.....</u>	44
3.2.2	<u>Métodos.....</u>	44
3.3	Experimento 3: avaliação da resistência à fratura de dentes humanos restaurados com pinos customizados por desgaste.....	49
3.3.1	<u>Materiais.....</u>	49
3.3.2	<u>Métodos.....</u>	51
4	RESULTADOS.....	58
4.1	Experimento 1: análise da micromorfologia de pinos de fibra de vidro pré-fabricados submetidos a desgaste com 4 diferentes tipos de instrumentos.....	58
4.2	Experimento 2: avaliação da resistência à flexão de pinos de fibra de vidro desgastados.....	60
4.3	Experimento 3: avaliação da resistência à fratura de dentes humanos restaurados com pinos customizados por desgaste.....	61

5	DISCUSSÃO.....	62
5.1	Análise da micromorfologia e tipo de instrumento para desgaste.....	63
5.2	Teste de flexão de três pontos.....	64
5.3	Teste de compressão tangencial.....	66
6	CONCLUSÕES.....	72
	REFERÊNCIAS.....	73
	ANEXO - Parecer do Comitê de Ética.....	83

INTRODUÇÃO

Dentes extensamente destruídos por cárie, fraturas ou tratamento endodôntico e que apresentam reduzido volume de tecido dental remanescente comumente necessitam de um retentor intrarradicular para promover retenção e estabilização da restauração (BERGENHOLTZ; BINDSLEV; REIT, 2006; PEREIRA et al., 2005).

Entretanto, por melhor que seja o material a ser colocado no conduto radicular, sempre haverá a possibilidade de falhas, entre elas a fratura radicular, considerada a de prognóstico mais desfavorável (BIJELIC et al., 2011; BOUILLAGUET et al., 2003; MARTELLI JÚNIOR, 2006; SORENSEN; ENGELMAN, 1990; SOUZA et al., 2007).

A razão primordial para utilização de retentores intrarradiculares é retenção e reforço da porção coronária (COHEN et al., 2000). A ideia tradicional de que pinos fortalecem os dentes foi abandonada (BOLLA et al., 2007; MUNIZ et al., 2010; PLOTINO et al., 2008). A odontologia moderna objetiva a preservação da vitalidade pulpar, e a colocação de um pino no conduto radicular deve ser a última opção terapêutica para dentes extensamente destruídos (BIJELIC et al., 2011).

Falhas em restaurações contendo retenção intrarradicular podem ocorrer devido à fratura pós-restauração, perda de retenção da restauração e fratura coronária ou radicular, sendo a última a falha mais severa devido à tendência que esse tipo de fratura leva à necessidade de extração do elemento dental (GALHANO et al., 2005).

Ao contrário do século XVIII, quando a única alternativa para se buscar uma retenção intrarradicular era através de pinos de madeira (ULBRICH, 2005), atualmente o mercado odontológico dispõe de diversas alternativas restauradoras, sejam elas pré-fabricadas ou personalizadas, precedidas ou não de uma etapa laboratorial (BARATIERI et al., 2002; QING et al., 2007).

Dentre os sistemas personalizados a forma mais tradicional de retentor intrarradicular é o núcleo metálico fundido (LIU; DENG; WANG, 2010), que possui excelente adaptação às paredes do conduto radicular, porém o inconveniente elevado módulo de elasticidade, que contribui para concentração de tensões e aumento do risco de fratura radicular (BOUDRIAS; SAKKAL; PETROVA, 2001a; GALHANO et al., 2005). Além disso, estes pinos são escuros, demandam um maior tempo clínico, necessitam de etapa laboratorial e são passíveis de sofrer corrosão. Já os sistemas personalizados fundidos em cerâmica de dióxido de zircônio possuem estética avançada, contudo sua dureza é muito superior à estrutura dental (MACCARI;

CONCEIÇÃO; NUNES, 2003; PADMANABHAN, 2010).

Atualmente, esses sistemas rígidos metálicos ou cerâmicos são preteridos em relação aos retentores flexíveis em fibra de vidro ou carbono, associados a resinas epóxica e eventualmente compostas, que possuem características mais próximas à dentina (BOSCHIAN PEST et al., 2002, MACCARI et al., 2007).

Os sistemas de pinos personalizados em cerômero e anatômicos possuem resiliência semelhante à dentina, o que diminui risco de fratura radicular, entretanto necessitam de um conduto radicular expulsivo, assim como os núcleos fundidos, o que muitas vezes demanda desgaste da estrutura dental, enfraquecendo-a (CLAVIJO, 2007).

Os pinos pré-fabricados possuem uma variedade de composições (fibras de vidro e/ou carbono, metal ou cerâmica) e morfologias (rosqueados, lisos, com retenções, cônicos, paralelos e de dupla conicidade). Suas técnicas são continuamente simplificadas e os sistemas a cada dia se tornam mais retentivos e menos danosos (BURGESS; ROBBINS; SUMMIT, 1995).

Os pinos metálicos possuem estética desagradável, quando passivos oferecem menor retenção e quando rosqueáveis aumentam risco de fratura radicular. Com a evolução das técnicas e dos materiais restauradores odontológicos, eles, juntamente com os núcleos metálicos fundidos, vêm sendo substituídos por materiais restauradores plásticos, com maior preservação da estrutura dental sadia, economia de tempo, baixo custo, boa resistência e ausência de procedimentos laboratoriais.

Os pinos pré-fabricados flexíveis de fibra de vidro se destacam entre os sistemas pré-fabricados. São compostos por fibras de vidro envolvidas em matriz de resina e apresentam biocompatibilidade, estética, resiliência e ausência de corrosão (ULBRICH, 2005). Eles são os sistemas pré-fabricados mais utilizados atualmente, pois aliam estética avançada a propriedades mecânicas semelhantes à dentina. Estes pinos são disponibilizados em diversos *kits* compostos por retentores de diferentes formas e diâmetros, que se adaptam a grande maioria dos formatos de raízes (CONCEIÇÃO et al., 2005). Ao serem cimentados através de procedimentos adesivos impedem o enfraquecimento das raízes causado pelo rosqueamento (VICHI et al., 2002).

Os sistemas de pinos de fibra de vidro sofrem evolução constante. Inicialmente suas fibras eram de quartzo, atualmente são de vidro. Antigamente os pinos eram radiolúcidos, hoje em dia apresentam radiopacidade. A configuração dos pinos também sofre constante modificação com o objetivo de melhorar a adaptação dos pinos às paredes do conduto radicular (GRANDINI et al., 2004).

A literatura descreve que os pinos devem se adaptar da melhor forma possível às paredes do conduto radicular. Sendo o conduto radicular de formato cônico, o ideal seria que o pino fosse cônico. Porém, pinos cônicos apresentam menor retenção quando comparados aos cilíndricos (SHILLINBURG; KESSLER, 1987). Além do mais, nem sempre a conicidade padrão do fabricante corresponde à conicidade individualizada de cada dente. Com o objetivo de resolver este impasse a indústria odontológica desenvolveu pinos de dupla conicidade (FEUSER; ARAÚJO; ANDRADA, 2005). Mesmo assim, por se tratar de um sistema pré-fabricado, a sua adaptação às vezes não é perfeita.

Frente a essa crescente preocupação em preservar estrutura dentária e aumentar a adaptação dos pinos de fibra às paredes radiculares, a literatura científica atual classifica os pinos de fibra de vidro em pré-fabricados ou personalizados (BIJELIC et al., 2011). Os pinos de fibra de vidro pré-fabricados possuem diâmetros pré-determinados e consistem em fibras de vidro embebidas em uma matriz de resina polimerizada e não reativa.

São considerados pinos personalizados de fibra de vidro aqueles que possuem fibras de vidro embebidas em matriz polimérica polimerizada ou não, e que sofrem desgaste e/ou adição de fibras e/ou resina de forma a melhorar sua adaptação ao conduto radicular.

Contudo, quando os pinos pré-fabricados são utilizados em dentes com condutos alargados, em geral ocorre um espaço excessivo entre o pino e as paredes do conduto radicular. Nestes casos, mesmo com a associação de um cimento resinoso, haveria um aumento demasiado na espessura do cimento, que poderia resultar na diminuição da resistência à fratura das raízes (MARTELLI JÚNIOR, 2006).

Neste contexto, para melhorar a adaptação do pino de fibra de vidro ao conduto radicular são propostas as seguintes alternativas:

- a) utilização de pinos acessórios em fibra de vidro;
- b) utilização de pinos de fibra de vidro rosqueáveis;
- c) utilização de sistemas pré-fabricados elípticos;
- d) utilização de pinos de fibras adaptáveis;
- e) adaptação do conduto ao pino pelo desgaste da estrutura dental com fresas;
- f) adaptação do pino ao conduto pelo reembasamento com resina composta;
- g) adaptação do pino ao conduto pelo desgaste do pino.

Os fabricantes de pinos pré-fabricados recomendam o desgaste do conduto radicular com fresas e brocas, adaptando o conduto ao pino selecionado. Dependendo da anatomia radicular, esta manobra pode colocar em risco a integridade do remanescente dentário, aumentando o risco do dente à fratura pela concentração de tensões em pontos enfraquecidos,

além da possibilidade de perfuração da raiz durante o preparo do conduto radicular (RICKETTS; TAIT; HIGGINS, 2005; SOUZA, et al., 2007).

Por outro lado, a cimentação de um pino desadaptado aumenta a linha de cimentação, o que diminui a retenção do pino (HEILMICH, 2011).

A utilização de sistemas pré-fabricados elípticos para adaptação dos pinos em condutos elípticos é uma técnica considerada minimamente invasiva, que preserva estrutura dental remanescente. Esta técnica utiliza instrumentação ultrassônica para desobstrução de canais ovais permitindo a manutenção de sua anatomia, seguida da cimentação de pinos ovais, diminuindo a desadaptação do pino (CHELEUX, 2008; CONIGLIO et al., 2010). Todavia, um estudo recente afirmou que pinos ovais não possuem melhor adaptação que pinos circulares em canais ovais (MUNOZ; LLENA; FORNER, 2011).

Recentemente a indústria odontológica divulgou um pino de fibra de vidro rosqueável, com uma canaleta interna que permite o rosqueamento com segurança. Porém, não há na literatura científica estudos suficientes que indiquem este sistema (HELVEY, 2009).

A customização do pino de fibra de vidro pelo seu reembasamento com resina composta melhora a adaptação do pino ao conduto radicular, mas necessita que o conduto seja expansivo, o que pode demandar desgaste de estrutura dental remanescente.

Os pinos acessórios aumentam o volume de fibra de vidro no conduto radicular, diminuindo a quantidade de cimento resinoso. Entretanto estes pinos não adaptam totalmente as paredes do conduto, uma vez que seus diâmetros não permitem alcance à região apical, quando um pino principal está presente. Com isto, a retenção do sistema é menor (HEILMICH, 2011).

Os pinos de fibras de vidro adaptáveis contêm polímeros e fibras de vidro impregnadas por resina não polimerizada. Eles podem ser cortados, afinados e condensados dentro do conduto radicular. Só se tornam rígidos quando fotopolimerizados na cimentação adesiva, e isto permite seu assentamento dentro do conduto. Estudos recentes indicam maior adesão do pino ao cimento resinoso, pois ambos são polimerizados simultaneamente, e a superfície do pino contém monômeros livres que também auxiliam na adesão (BIJELIC et al., 2011; HATTA et al., 2011). Todavia, estes pinos possuem menor resistência à flexão que pinos de fibras unidas por matriz polimérica polimerizada (DAVIS et al., 2010).

A indústria odontológica tem se preocupado com os aspectos mais relacionados ao pino em si, como composição, morfologia, propriedades mecânicas e compatibilidade com sistemas de cimentação, o que leva o profissional a ter que escolher entre dois caminhos: adaptar a anatomia endodôntica ao pino (SHILLINBURG; KESSLER, 1987; SOUZA et al.,

2007) ou adaptar o pino a anatomia do conduto radicular (CONCEIÇÃO et al., 2005; GRANDE et al., 2009).

Adaptar a anatomia endodôntica ao pino pode ser um perigo do ponto de vista biomecânico, visto que a possibilidade de fratura radicular aumenta à medida que o tecido remanescente dentário é removido. Como o elo mais fraco no sistema dente/retentor intrarradicular é a parede radicular, o seu reforço e proteção são desejados (MUNIZ et al., 2010).

Portanto, nas diversas situações clínicas onde o pino pré-fabricado não se assenta perfeitamente às paredes do conduto radicular, a tentativa de melhorar este assentamento pode resultar em perda de resistência do remanescente dental e até perfuração lateral do conduto radicular após alargamento do mesmo (SHILLINBURG; KESSLER, 1987), ou cimentação de um pino frouxo (CONCEIÇÃO et al., 2005). Por este motivo, os pesquisadores ainda procuram a técnica mais adequada e o material mais indicado para restaurar dentes extensamente destruídos e endodonticamente tratados (COSTA et al., 2011).

Empiricamente muitos dentistas clínicos optam por desgastar a porção apical do pino pré-fabricado no intuito de adaptar o pino à anatomia do conduto radicular, sem perder a retenção no conduto. Seria a customização de um sistema pré-fabricado pelo desgaste.

A literatura afirma que este desgaste, quando realizado com brocas ou pontas diamantadas, aumenta a adaptação do pino ao conduto radicular (GRANDE; BUTTI; PLOTINO, 2006) e não altera as características superficiais do pino (PLOTINO et al., 2008). Resta a dúvida se este desgaste altera a resistência dos pinos ou de dentes restaurados com pinos customizados por desgaste.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Evolução dos sistemas retentores intrarradiculares

O ano de 1728 é um divisor de águas na história da odontologia, graças a Pierre Fauchard, "pai da odontologia moderna" e autor de *Le chirurgien dentiste*, trabalho que descreveu a anatomia oral, sintomas de patologias da boca, implante de dentes e técnicas restauradoras, tais como a utilização de pinos de madeira para reter trabalhos protéticos no interior das raízes dentárias (PIERRE Fauchard, 2011). Para alguns estudiosos, este seria o primeiro relato de utilização de pinos de compósito reforçados por fibras, neste caso fibras de madeira (HATTA et al., 2011).

Em 1878 dentes com cáries extensas, fraturas, ou grande perda de estrutura dental eram reabilitados com coroas tipo *Richmond*, fundidas em uma única estrutura contendo retentor intracanal e coroa protética (PASQUALIN, 2007).

Em 1950 surgiram os núcleos metálicos fundidos separados das coroas protéticas, e estes permanecem sendo o sistema mais utilizado para reconstrução de dentes tratados endodonticamente e extensamente destruídos (HEILMICH, 2011). Sua alta rigidez é relacionada à fratura desfavorável e irrecuperável de raízes.

Logo que surgiram os núcleos metálicos fundidos afirmava-se empiricamente que eles poderiam restabelecer a resistência do elemento extensamente destruído e reforçar o remanescente dental (MUNIZ et al., 2010). Muito esforço científico tem sido feito até os dias atuais para desmitificar essa ideia.

Rosen (1961) estabeleceu normas para a correta reconstrução de dentes tratados endodonticamente e extensamente destruídos. Em sua revisão de literatura o autor constatou que o tratamento endodôntico promove perda de umidade do elemento dental, o que torna a dentina friável e inelástica. O autor recomendou a restauração com núcleos metálicos fundidos com o objetivo de reforçar o dente.

Silverstein (1964) chegou às mesmas conclusões que Rosen (1961) e também indicou a restauração com núcleos metálicos fundidos com o intuito de reforçar dentes tratados endodonticamente.

Baraban (1970) foi um dos precursores a citar sistemas pré-fabricados para reconstrução de dentes tratados endodonticamente e fragilizados. Para o autor, pinos pré-

fabricados metálicos seriam um método simplificado para restauração de dentes extensamente destruídos.

Stern e Hirshfeld (1973) descreveram alguns princípios que devem ser seguidos durante o preparo intrarradicular para pinos e afirmaram que dentes tratados endodonticamente e reconstruídos com núcleos metálicos fundidos têm sua resistência diminuída.

Guzy e Nicholls (1979) compararam através de estudo *in vitro* dentes tratados endodonticamente e restaurados ou não com pinos intrarradiculares e concluíram que pinos não aumentam a resistência radicular. De acordo com os autores, a função do pino é promover retenção à reconstrução coronária.

Mattison (1982) realizou um estudo por análise fotoelástica das tensões geradas por núcleos fundidos em liga áurea e reforçou o conceito de que o retentor intrarradicular não reforça a estrutura radicular remanescente. O autor concluiu que pinos de diâmetros menores reduzem a tensão exercida sobre o tecido dentinário remanescente.

Bender e Freedland (1983) acompanharam nove casos clínicos e concluíram que o tipo mais comum de fratura vertical de raiz foi devido a procedimentos iatrogênicos como remoção excessiva de estrutura dental e alargamento indevido do conduto.

Sorensen e Martinoff (1984) analisaram o efeito da adaptação intrarradicular de pinos na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Os autores relataram que a quantidade de estrutura dental remanescente após tratamento endodôntico é fundamental para a resistência do dente despolpado e que o preparo do conduto para a retenção intrarradicular deve preservar ao máximo a estrutura dental. Pinos largos diminuem o prognóstico do dente. Esse conceito é seguido até os dias atuais.

A década de 80 trouxe à odontologia restauradora a opção pré-fabricada de restauração intrarradicular. Inicialmente, metálico, esse sistema simplificou a restauração protética. Sua característica rosqueável permitia excelente retenção, porém aumentava o risco de fratura do remanescente dentário pela concentração de tensões durante o rosqueamento. A alternativa de cimentação passiva desses retentores minimizou a ocorrência de fraturas, mas aumentou chances de falha retentiva pela ausência de preenchimento total do conduto e baixa interação com o agente cimentante (HEILMICH, 2011).

Deutsch et al. (1985) analisaram o risco de fratura radicular durante a instalação de pinos pré-fabricados, associado ao tamanho das raízes. Os autores concluíram que pinos rosqueáveis pré-fabricados cônicos aumentam a incidência de fratura radicular em vinte vezes e que, portanto, este tipo de sistema não deve ser utilizado.

Stokes (1987) realizou uma revisão de literatura sobre os princípios biológicos que devem ser considerados durante a restauração com pinos e coroas. O autor concluiu que pinos cilíndricos cimentados possuem maior índice de sucesso que pinos cilíndricos rosqueáveis.

O primeiro sistema não metálico plástico surgiu em 1990, quando B. Duret, Reynaud e F. Duret (1990) sugeriram o uso de pinos intrarradiculares em fibra de carbono. Porém, apesar de os pinos de carbono possuírem características semelhantes à dentina, sua cor cinza é uma desvantagem que pode influenciar no resultado estético final de restaurações cerâmicas livres de metal (FREDRIKSSON et al., 1998).

Ainda, nesta década, surgiu o primeiro sistema pré-fabricado rígido cerâmico, com alta estética e resistência à flexão. Sua composição a base de óxido de zircônio impossibilita uma adequada interação com o agente cimentante, o que diminui sua retenção. A injeção de cerâmica ao redor do pino, aumentando sua adaptação às paredes do conduto na tentativa de maximizar sua retenção tornou o procedimento complexo e dispendioso, além de aumentar o risco de fratura da raiz pelo elevado módulo de elasticidade da cerâmica (HEILMICH, 2011).

Os pinos pré-fabricados flexíveis de fibra de vidro surgiram ainda na mesma década e se destacam entre os sistemas pré-fabricados. Sua composição baseada em fibras de vidro envolvidas em matriz de resina oferece biocompatibilidade, estética, ausência de corrosão e propriedades mecânicas semelhantes à dentina (ULBRICH, 2005).

Os sistemas de pinos fibro-reforçados contêm alta porcentagem de fibras contínuas, embebidas em matrizes poliméricas, frequentemente epóxica, que mantém as fibras unidas. O vidro dos pinos de fibra de vidro pode ser elétrico, na qual a fase amorfa é uma mistura de óxidos de silício, bário, cálcio e alumínio e outros óxidos metálicos, ou ainda quartzo, que é sílica pura na forma cristalina com melhores resultados estéticos. Podem ainda ser incorporadas fibras de vidro de alta resistência (NOVAIS et al., 2009). Eles são os sistemas pré-fabricados mais utilizados atualmente, pois aliam estética avançada a propriedades mecânicas semelhantes à dentina (GENOVESE; LAMBERTI; PAPPALETTERE, 2005). Possuem diversas formas e diâmetros, que se adaptam a grande maioria dos formatos de raízes (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Le Bell-Rönnlöf (2007) avaliou a utilização de fibra de vidro impregnada em resina não polimerizada para restauração intrarradicular de dentes tratados endodonticamente e concluiu que este tipo de restauração intrarradicular pode ser indicado.

Uddanwadiker, Padole e Arya (2007) afirmaram que os pinos de fibra possuem comportamento anisotrópico, apresentando diferentes módulos de elasticidade dependendo da direção da força aplicada.

Essa característica é interessante porque, quando os pinos são mais solicitados mecanicamente (força oblíquas), o módulo de elasticidade se aproxima ao da dentina, diminuindo chances de fratura dental. Caso a força aplicada ultrapasse a tolerância estrutural do sistema, os pinos de fibra tendem a se soltar e a fratura ocorre de forma favorável, desta forma os dentes podem ser aproveitados. Os sistemas rígidos, a base de metal ou cerâmica possuem comportamento isotrópico, sendo muito rígidos, aumentando o risco de fratura desfavorável, sem possibilidades de reaproveitamento do remanescente radicular (MUNIZ et al., 2010).

Muniz et al. (2010) relataram que os pinos de fibra são produzidos com fibras de reforço dispostas longitudinalmente e imersas em uma matriz resinosa e, dependendo do tipo de fibra, podem exibir diferentes propriedades – cor translucidez, radiopacidade, resistência. Dentre os fatores que contribuem para sua resistência, destacam-se além do tipo, a densidade das fibras, a matriz resinosa utilizada, o processo de fabricação, o desenho, a configuração superficial e o diâmetro do pino.

Os estudos sobre a customização de pinos pré-fabricados de forma a melhorar sua adaptação começaram a surgir com maior frequência na literatura científica à medida que estudos sobre pinos pré-fabricados demonstravam a necessidade de adaptação máxima às paredes do conduto, mesmo quando cimentados adesivamente. Isto se deve ao fato de que, apesar de os pinos pré-fabricados de fibra de vidro estarem disponíveis no mercado odontológico em diferentes diâmetros e formatos, ainda persistem situações clínicas onde eles não se adaptam perfeitamente às paredes do conduto, como no caso de raízes fragilizadas, excessivamente cônicas ou muito estreitas no terço apical (TEIXEIRA et al., 2006).

1.2 Remanescente dental, desenho e adaptação de pinos de fibra

Independentemente do tipo de retentor, sua máxima adaptação com o mínimo desgaste da estrutura dental remanescente sempre foi uma desafio para a restauração de dentes tratados endodonticamente. Shillinburg e Kessler (1987) já enfatizavam que o profissional deveria minimizar a remoção de estrutura dentinária na confecção da retenção intrarradicular, e que o diâmetro do pino deveria ser o menor possível.

Burgess, Robbins e Summit (1995) justificavam essa preocupação dos autores anteriores ao observarem que o preparo inadequado da raiz para receber um pino intracanal

poderia enfraquecê-la. Ao invés disto, indicavam que a extremidade de qualquer pino passivo poderia ser conificada.

Stockton, Lavelle e Suzuki (1998) realizaram uma revisão sobre restauração com pinos em dentes endodonticamente tratados e alarmaram sobre o risco de se buscar a adaptação do conduto à realidade dos diversos sistemas de pinos pré-fabricados. Para os autores, a utilização desnecessária de pinos ignora não somente o potencial de perfuração radicular durante o preparo intrarradicular como também as propriedades adesivas de materiais resinosos que contribuem para o aumento da retenção sem a necessidade de desgaste dental, desgaste este que os autores consideraram injustificável.

E frente à evolução da odontologia adesiva, iniciaram-se estudos sobre o aumento da resistência de remanescentes restaurados com materiais adesivos e fundamentou-se o conceito citado por Stockton, Lavelle e Suzuki (1998) de que o desgaste desnecessário de tecido dental seria injustificável. Um estudo realizado dois anos após avaliou a retenção de materiais de núcleo de preenchimento e concluiu que pinos aumentam a retenção e resistência da restauração final, e que as resinas compostas são mais vantajosas que os cimentos de ionômero de vidro para núcleo de preenchimento sobre pinos pré-fabricados (COHEN et al., 2000).

Fredriksson et al. (1998) realizaram um estudo retrospectivo de 236 pacientes com dentes restaurados com pinos de fibra de carbono. Os autores chegaram às mesmas conclusões que Stockton, Lavelle e Suzuki (1998) e afirmaram que o preparo do espaço intrarradicular para o pino com brocas que desobstruem e modificam a forma do conduto aumenta o risco de perfuração, além de remoção indevida de material obturador. O estudo observou maiores índices de sucesso restaurador na presença de férula.

Diversos outros estudos indicaram a presença de férula como um dos principais fatores associados ao sucesso da restauração de dentes tratados endodonticamente e restaurados com sistemas retentores intrarradiculares, e que quanto menor o desgaste dental, maiores os índices de sucesso (ISIDOR; BRONDUM; RAVNHOLT, 1999; LYONS, 1990; PEREIRA, 2007).

Isidor, Brondum e Ravnholt (1999) avaliaram o efeito do comprimento dos pinos pré-fabricados e do comprimento da férula na resistência à fadiga de dentes bovinos tratados endodonticamente. O estudo avaliou 90 raízes restauradas com coroas metálicas, construídas sobre núcleos de preenchimento apoiados em pinos metálicos. O comprimento dos pinos variava entre 5 mm, 7,5 mm e 10 mm, e a altura das férulas variava entre 0 e 2,5 mm. Os corpos de prova foram submetidos a testes de fadiga, simulando o movimento da mastigação.

Os autores concluíram que o aumento da altura da férula promoveu uma resistência maior aos dentes, ao contrário do comprimento do pino, que não teve influência.

Burgess e Xu (1999) afirmaram que a necessidade de um pino depende exclusivamente da quantidade de estrutura dentária coronal remanescente, e que a resistência de um dente restaurado com um pino pode até diminuir. Os autores afirmaram que o diâmetro do pino deve ser o menor possível, instrumentos rotatórios devem ser utilizados somente para remoção de material obturador e que a extremidade de pinos passivos de lados paralelos pode ser afilada na cadeira, se desejado.

Boudrias, Sakkal e Petrova (2001a) propuseram a utilização de pinos de dupla conicidade, que aliam adaptação e mínima remoção de estrutura dental remanescente. De acordo com os autores, dentre as principais falhas relacionadas à restauração de dentes que sofreram tratamento endodôntico destacam-se o formato e composição do pino. O estudo cita que o formato deve ser conservador para preservar a integridade do dente e retentivo para resistir ao deslocamento. O desenho do pino deve minimizar a concentração de tensões e ter boa adaptação às paredes do conduto radicular. A forma do pino deve ser a mais próxima da anatomia radicular.

Ainda no mesmo ano, a mesma equipe demonstrou que os pinos costumam adaptar ao terço apical radicular e que a metade coronal não possui boa adaptação, o que leva a uma linha de cimentação espessa. Para solucionar este problema o estudo propõe novamente a utilização de pinos com dupla conicidade (BOUDRIAS; SAKKAL; PETROVA, 2001b).

Bottino et al. (2001) também indicaram os pinos de dupla conicidade e afirmaram que a forma do conduto radicular pode ser circular, elíptica ou de paredes divergentes, e esse fator deve ser considerado na eleição do tipo de retentor. Se a raiz é afunilada para apical, onde as paredes são finas, um pino cilíndrico poderia enfraquecer essa região, favorecendo a fratura. Por outro lado, canais muito expulsivos, restaurados com pinos pré-fabricados cilíndricos, resultam em grande espessura da película de cimento. Os autores ainda afirmaram que os pinos cônicos têm efeito de cunha, enquanto que pinos paralelos distribuem os esforços uniformemente à raiz, porém podem enfraquecê-la em sua porção mais apical.

Grandini, Balleri e Ferrari (2002) avaliaram a superfície de diferentes tipos de pinos de fibra após o corte e investigaram se diferentes procedimentos de corte poderiam afetar a integridade dos pinos. Foram testados pinos de fibra de carbono, quartzo e vidro e corte com pontas diamantadas, disco de carborundum ou tesoura. As amostras foram processadas para avaliação em microscópio eletrônico de varredura. Todos os grupos apresentaram diferenças entre superfícies de corte com tesoura e ponta diamantada ou disco de carborundum. Os pinos

exibiram superfícies regulares após corte com ponta diamantada. O corte com disco de carborundum produziu uma superfície mais irregular que as pontas diamantadas. Foram observadas linhas de fratura nas superfícies cortadas com tesoura, e perda da integridade não apenas na superfície do corte, mas também ao longo de seu comprimento. Os resultados deste estudo indicaram que os pinos de fibra podem ser cortados com pontas diamantadas, sob refrigeração abundante. Embora o disco de carborundum tenha produzido uma superfície menos regular, foi especulado se isto poderia ser clinicamente aceitável. O procedimento de corte utilizando tesoura foi contra indicado.

Bateman, Ricketts e Saunders (2003) realizaram uma revisão da literatura sobre pinos de fibra que se encontrava disponível no *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) entre os anos de 1966 a 2002. Dentre os 264 artigos avaliados, somente 59 atenderam aos critérios de inclusão no estudo: serem artigos relacionados a pino de fibra, publicados em revistas odontológicas referenciadas e com resumos em língua inglesa. O estudo verificou que a causa mais comum de falha é perda de adesão e consequente deslocamento do pino/restauração. A maioria dos artigos é de estudos *in vitro* que avaliam: as propriedades físicas dos pinos, a relação dos pinos com as raízes dentárias, testes de retenção, microscopia eletrônica de varredura da interface pino/raiz, microinfiltração e corrosão de metais com pinos de fibra. Alguns trabalhos avaliaram ciclagem térmica, análise espectrofotométrica, citotoxicidade e radiopacidade. No que diz respeito à rigidez e resistência à flexão alguns trabalhos sugerem que um sistema mais rígido pode ser vantajoso, pois um pino de menor diâmetro pode ser empregado, o que conserva estrutura dental remanescente. Outros estudos garantem que um pino com rigidez semelhante à dentina é mais desejável, pois evita fratura radicular. Os pinos de fibra são menos rígidos que outros sistemas de retenção intrarradicular, mas sua resistência à flexão pode diminuir quando imersos em água ou termociclados, e isto é uma causa importante de falha restauradora. Em relação à superfície dos pinos, serrilhados podem diminuir a rigidez de pinos de fibra, tornando-as similar às daquelas de pinos pré-fabricados de aço. Em relação à resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de fibra os estudos têm resultados conflitantes. Alguns afirmam que dentes com pinos são menos resistentes que dentes restaurados com pinos e coroas, e que testes de resistência à fratura *in vitro* de dentes restaurados com pinos e coroas são mais relevantes clinicamente. Em relação à retenção dos pinos, as falhas costumam ocorrer na interface pino/agente cimentante. Estudos de avaliação em microscopia eletrônica de varredura demonstraram que o armazenamento em água e a termociclagem provocam falhas na interface fibra/matriz resinosa. A microscopia eletrônica de varredura evidenciou fibras cortadas nos serrilhados dos

pinos serrilhados. Os autores concluíram que pinos serrilhados são menos rígidos que pinos moldados ou usinados/desgastados.

Inicialmente a customização dos pinos de fibra era realizada pela técnica do reembasamento do pino pré-fabricado com resina composta.

Clavijo et al. (2006) salientaram que a individualização do pino com seu reembasamento com resina composta permite uma boa adaptação no conduto radicular, o que possibilita a formação de uma camada fina e uniforme de cimento resinoso, criando condições favoráveis para retenção do pino.

Grande, Butti e Plotino (2006) estudaram uma forma semidireta de adaptar pinos pré-fabricados de fibra de vidro às paredes de condutos elípticos ou ovais. Os autores propuseram a modelagem do conduto com resina acrílica autopolimerizável, que serve de modelo para o desgaste do pino alterando sua anatomia com sessão circular para uma sessão ovóide. O desgaste era realizado com pontas diamantadas de granulação grossa. Este estudo clínico divulgou a técnica de customização do pino pelo desgaste ao invés do reembasamento com resina. A justificativa dos autores foi de que desgastando o pino era possível colocar um retentor de maior diâmetro possível, sem, no entanto, desgastar o remanescente. E de acordo com Lassila et al. (2004), quanto maior o diâmetro do pino maior sua resistência à flexão.

Na mesma época surgiram ainda estudos sobre a micromorfologia da superfície dos pinos. De acordo com Monticelli et al. (2006), estudos sobre a superfície dos pinos de fibra são importantes, pois a diferente composição química entre pinos de fibra (fibras embebidas em matriz polimérica de resina epóxica com alta conversão monomérica) e os cimentos resinosos (resinas a base de metacrilato) impossibilita a adesão entre os dois.

Consequentemente, Vano et al. (2006) sugeriram que a retenção micromecânica assume papel importante na retenção do pino às paredes do conduto e cimento resinoso. Para isso, a superfície dos pinos fibro reforçados deve ser íntegra.

Souza et al. (2007) realizaram uma revisão de literatura sobre a importância de se avaliar a anatomia radicular no momento da escolha do pino pré-fabricado e concluíram que a maioria dos canais radiculares apresenta-se de forma ovalada com seu maior diâmetro no sentido vestibulo-lingual. Se isto não for levado em consideração no preparo do conduto o risco de perfuração e enfraquecimento do remanescente aumenta. Os autores concluíram que era importante que a indústria odontológica disponibilizasse pinos ovais.

Porciani et al. (2007a) concluíram que os canais costumam ser ovais, e salientaram que pinos pré-fabricados com sessão circular necessitam que o conduto se adapte ao pino pelo uso de brocas que sacrificam tecido sadio e diminuem a resistência da raiz. Já a cimentação de

um pino de diâmetro menor aumenta o volume de agente cimentante o que diminui a retenção do pino e aumenta o risco de falha adesiva. O estudo cita que várias soluções já foram descritas para resolver esta questão, entre elas os pinos anatômicos, pinos acessórios, a customização do pino através de desgaste com brocas e o uso de ponta ultrassônica para preparo do conduto de forma ovalada, para posterior cimentação de pino oval.

Porciani et al. (2007b) avaliaram a adaptação de dois tipos de pino de fibra em quatro alturas de condutos alargados por limas de níquel-titânio. Os autores citaram que o risco de perfuração aumenta quando o conduto radicular é alargado para receber um pino, que os clínicos devem preferir pinos finos ou anatômicos e que a camada de agente cimentante deve ser fina e uniforme. De acordo com os autores, a principal razão para falha em restauração de pinos de fibra não é fratura, e sim perda de adesão. Isto é mais frequente na ausência de férula ou na presença de grande quantidade de cimento, principalmente na região cervical. O estudo avaliou por microscopia eletrônica de varredura a espessura de cimento resinoso em quatro alturas diferentes do conduto, após cimentação de pinos de maior ou menor diâmetro. Foi realizada uma análise computadorizada das imagens, com o auxílio de um programa de edição. O estudo observou que ambos os tipos de pinos possuíram pior adaptação na cervical e melhor adaptação na apical, e que se comportaram de forma semelhante. Os autores concluíram que todas as estratégias de redução da camada de cimento (pinos de dupla conicidade, pinos acessórios, ou pinos anatômicos) são importantes para evitar falhas das restaurações.

Cheleux (2008) divulgou em seu caso clínico o sistema Ellipson (RTD, França). Suas pontas ultrassônicas oscilatórias que desobstruem o conduto de forma elíptica tornam o preparo dos condutos minimamente invasivo, preservando ao máximo estrutura dental de canais ovalados.

Coniglio et al. (2008) avaliaram através de observação microscopia eletrônica de varredura a capacidade destas pontas ultrassônicas em remover material obturador de canais radiculares ovais, chegando à conclusão que pontas ultrassônicas ovais resultam em melhor desobstrução do conduto de canais ovóides.

A odontologia restauradora do século 21 se encaminha em direção a técnicas que aliam adesividade à estética, com máxima preservação de estrutura dental. E dentro dessa filosofia, Plotino et al. (2008) avaliaram a influência da remodelação da superfície de pinos de fibra, salientando que o desgaste do conduto radicular para adaptação de retentor intrarradicular entra em conflito com um dos conceitos mais aceitos universalmente para restauração de dentes tratados endodonticamente: as chances de bom prognóstico aumentam

proporcionalmente à quantidade de tecido sadio remanescente, independente do tipo de restauração final. Uma vez que também não é recomendada a cimentação de um pino de diâmetro menor que o conduto para evitar desgaste desnecessário de estrutura dentária ou desgaste da estrutura para receber um pino, os autores propuseram um desgaste do pino para adaptá-lo ao conduto. De acordo com os autores, a remodelação dos pinos com pontas diamantadas não alterou a integridade da superfície dos pinos de fibra, após observação em estereomicroscopia e microscopia eletrônica de varredura.

Bonfante et al. (2008) avaliaram a influência do grau de adaptação de pinos de fibra de vidro ao conduto radicular na resistência à remoção por tração. Neste estudo os autores citaram que os pinos pré-fabricados permitem a reconstrução rápida, fácil e econômica da raiz e possuem resistência adequada, mas não levam em conta a forma individual dos condutos e sua adaptação não é sempre ideal, caso em que dependem altamente do cimento para retenção; por isso, geralmente não são recomendados em canais largos. Os autores ainda relataram que dentes tratados endodonticamente podem apresentar diferentes formas de alargamento em toda a extensão do conduto, sendo comum que apenas a porção apical do pino apresente contato mais próximo com as paredes do conduto. O estudo utilizou 40 caninos humanos, divididos em quatro grupos, onde o desgaste intracanal variava conforme o grupo. Os dentes foram restaurados com pinos de fibra cimentados adesivamente e preenchidos com resina composta direta. Os espécimes foram submetidos a teste de tração em uma máquina de ensaios universal. Os autores concluíram que a adaptação do pino ao conduto não é essencial quando se emprega cimento resinoso.

Faria-e-Silva et al. (2009) avaliaram o efeito do reembasamento na retenção de pinos de fibra ao conduto radicular. Para os autores, a utilização de brocas padronizadas fornecidas pelos fabricantes de pinos pré-fabricados aumenta a adaptação dos pinos às paredes dos condutos. Porém, alguns canais assumem forma elíptica, ao contrário dos pinos, que possuem forma circular. Além disso, condutos alargados e de paredes finas podem comprometer a adaptação de pinos pré-fabricados ao conduto radicular. O reembasamento do pino com resina composta é uma das soluções para este problema. O estudo avaliou 20 dentes bovinos, tratados endodonticamente com seus condutos alargados com as pontas diamantadas números 4137 e 4138. Os dentes foram divididos em dois grupos, sendo que no Grupo 1 foram cimentados pinos de fibra adesivamente, enquanto que no Grupo 2 os pinos foram reembasados com resina composta fotoativada antes da cimentação. O teste *push-out* revelou que o reembasamento de pinos de fibra com resina composta aumenta sua retenção ao conduto radicular.

Muniz et al. (2010) citaram que entre as diversas alternativas para diminuir a linha de cimentação de pinos pré-fabricados de fibra tem-se a confecção de filetes de resina composta sobre uma placa de vidro, que são fotopolimerizados e recortados para se assemelharem a cones acessórios de guta-percha. Esse recurso tem como objetivo o preenchimento de pequenos espaços. Em casos de raízes amplas, outra alternativa para a diminuição da camada de cimento é usar um pino calibroso desgastado na ponta para aumentar sua adaptação na região apical.

Liu, Deng e Wang (2010) exibiram um caso clínico onde foi utilizada a tecnologia *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM)* para fabricação de pinos de fibra utilizados para restauração de dentes anteriores fraturados. De acordo com os autores a adaptação dos retentores intrarradiculares às paredes do conduto radicular é de fundamental importância para a longevidade da restauração. O estudo utilizou um bloco de fibra de vidro feito com uma matriz de resina epóxica apropriada para desgaste, pois as fibras permanecem unidas mesmo após o preparo. Após a fresagem, pequenos ajustes foram realizados com pontas diamantadas para acabamento de resina em alta rotação e o pino cimentado adesivamente. Este estudo exibiu mais uma forma de melhorar a adaptação de pinos de fibra às paredes do conduto.

Heilmich (2011) avaliou a retenção de pinos de fibra de vidro cimentados em canais radiculares alargados simulando raízes extensamente comprometidas, comparando duas técnicas usadas para diminuir a espessura de cimento. Foram utilizados 24 dentes humanos unirradiculares. O Grupo 1 recebeu um pino cimentado com sistema adesivo quimicamente ativado e com cimento resinoso dual, enquanto que o Grupo 2 recebeu um pino reanatomizado com resina composta para copiar a anatomia do conduto radicular, cimentado da mesma forma e Grupo 3 foi restaurado com três pinos acessórios, cimentados do mesmo modo. O conduto radicular teve seu diâmetro padronizado por uma broca apropriada para o sistema de pinos de fibra de vidro em uma profundidade de 12 mm e alargado com uma broca tronco cônica em uma profundidade de 10 mm. As oito raízes de cada grupo foram seccionadas e sofreram um ensaio de extrusão. O autor concluiu que retenção na porção apical do grupo com pinos customizado com resina foi estatisticamente maior que na mesma região dos demais grupos. Nenhuma diferença foi encontrada entre o grupo com pinos acessórios e o grupo somente com pino e cimento nessa parte da raiz. Nenhuma diferença foi observada comparando as porções cervical e média dos diferentes grupos. Para o autor, a retenção nas porções apicais da raiz é predominantemente friccional e pinos acessórios somente alcançam a porção média do conduto radicular, não sendo capazes de aumentar a retenção.

Costa et al. (2011) apresentaram um caso clínico com três anos de acompanhamento no qual foi realizada a customização indireta de um pino de fibra com a adição de fibra de vidro para melhorar a adaptação do pino às paredes do conduto. Os autores concluíram que pinos customizados são eficazes, menos invasivos e indicados para a restauração de dentes tratados endodonticamente.

1.3 Resistência à flexão de pinos de fibra

A resistência à flexão é definida como a capacidade de um determinado material em suportar uma força até um determinado limite, sofrendo certa flexão. Essa resistência à flexão passa por um limite elástico, no qual as fibras estão sendo flexionadas e absorvendo tensões até chegar a uma resistência máxima. A partir desse momento ocorre o rompimento da fibra (MAZZOCCATO et al., 2006).

Mannocci, Sherriff e Watson (2001) testaram a resistência à flexão em três pontos de pinos de fibra de quartzo, carbono e sílica, variando o tipo de ambiente de armazenamento (seco, úmido ou úmido dentro de dentes bovinos). O tempo de armazenamento foi de um ano. Após este período os pinos foram submetidos ao teste de resistência à flexão a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que o armazenamento em ambiente úmido diminui a resistência à flexão dos pinos e que, portanto, pinos não podem ser expostos à umidade. Após a sua instalação, os autores recomendam a proteção com um núcleo de preenchimento e/ou coroa.

Lassila et al. (2004) avaliaram a resistência à flexão de 17 marcas de pinos de fibra, com diversas composições e diâmetros. O estudo também comparou pinos polimerizados com sistemas de fibras que só são polimerizadas após cimentação. Houve variação no tipo de armazenamento (úmido ou seco) e termociclagem. De acordo com os autores, a rigidez dos pinos intrarradiculares deve ser igual ou similar ao dente para que as forças oclusais possam ser distribuídas ao longo da raiz. Pinos metálicos e cerâmicos são rígidos, ao contrário dos pinos de fibra. Estes possuem alta concentração de fibras embebidas em uma matriz polimérica, geralmente epóxica, com alta conversão monomérica. Os pinos de fibra podem ser fabricados com carbono ou vidro. Os pinos de fibra de carbono possuem excelentes propriedades mecânicas, porém não são estéticos. Portanto, os pinos de fibra de vidro são mais utilizados, já que são brancos ou transparentes. Porém, os pinos de fibra podem sofrer

diminuição da resistência à flexão após absorção de umidade. Além disso, os valores diferentes de coeficiente de expansão térmica entre a matriz e as fibras dos pinos podem afetar a longevidade clínica destes sistemas. Por isto, este estudo testou a resistência à flexão de pinos de fibra submetidos à ciclagem térmica. O teste de flexão em três pontos foi realizado seguindo a norma ISO10477 da International Organization for Standardization (ISO, 2004), com distância entre apoios de 10 mm, a uma velocidade de 1 mm/min. A ponta ativa possuía diâmetro de 2 mm. O estudo observou maiores valores de resistência à flexão no grupo de pinos de fibras não polimerizadas. Pinos de diâmetros maiores obtiveram maiores valores de resistência à flexão. A termociclagem reduziu a resistência dos pinos testados em 18%. A exposição do pino à água por longos períodos causa hidrólise do silano que é usado para unir as fibras à matriz polimérica. Os autores observaram que o espaçamento entre as bases e o diâmetro do pino influenciou os resultados do teste de flexão de três pontos e recomendaram que fosse usada uma proporção alta de distância das bases/diâmetro do pino.

Galhano et al. (2005) avaliaram a resistência à flexão de pinos de fibra de carbono, de quartzo e de vidro. O estudo cita que os pinos de fibra de vidro possuem módulo de elasticidade de 20 GPa, semelhante à dentina (18 GPa). Ao contrário, pinos pré-fabricados metálicos possuem módulo de elasticidade de 200 GPa, e os pinos cerâmicos 150 GPa. Portanto, os pinos de fibra são mais capazes de absorver tensões e distribuí-las uniformemente à raiz, evitando fratura radicular. De acordo com os autores um pino deve ter alta resistência à flexão e módulo de elasticidade semelhante à dentina. Quando o pino é excessivamente flexível a força aplicada na interface entre o pino, a resina e a dentina pode levar à fratura da restauração. O estudo realizou teste de flexão de três pontos em diversos pinos de fibra de vidro e carbono, com distância entre apoios de 6 mm e uma velocidade de 1 mm/min. O estudo também avaliou as características estruturais dos pinos por meio de observação por microscópio eletrônico de varredura. Os autores observaram que um dos fatores mais importantes que influencia a resistência de um pino de fibra é o processo de união das fibras à matriz resinosa. De acordo com o estudo os pinos de fibra de carbono/quartzo e fibra de quartzo opaco apresentaram as maiores resistências à flexão, enquanto que um dos pinos de fibra apresentou os menores valores.

Grandini et al. (2005) avaliaram a resistência à fadiga de diferentes tipos de pinos e as características estruturais de pinos de fibra por meio do teste de flexão em três pontos e avaliação em microscópio eletrônico de varredura. De acordo com os autores, a fadiga é considerada uma das maiores causas para falha estrutural na dentística restauradora. O teste de fadiga foi realizado com o aparato para teste de flexão em três pontos, com apoios de 3 mm

de diâmetro e distância de 9 mm, com carga variando entre 20 e 100 N. Foram realizados 2 milhões de ciclos, o que equivale, segundo os autores, a quatro anos de uso fisiológico. Os pinos foram cortados transversalmente e preparados para avaliação em microscópio eletrônico de varredura do diâmetro das fibras, quantidade de fibras por mm^2 e ocorrência de bolhas ou falhas. Os autores concluíram que existem diferenças entre as marcas comerciais no que diz respeito à resistência à fadiga e características estruturais.

Teixeira et al. (2006) avaliaram *in vitro* a retenção, resistência à fratura e transmissão de luz de 4 marcas comerciais de pinos de fibra. Para o teste de resistência à fratura, foi utilizada uma metodologia diferente dos demais estudos. Neste caso, ao invés do tradicional teste de flexão em três pontos, os autores simularam o espaço de um conduto radicular em blocos de alumínio, com diâmetro semelhante aos pinos. Os pinos foram cimentados em 10 mm dentro dos blocos com cimento de ionômero de vidro modificado por resina. A porção do pino fora do bloco possuía 5 mm. Os pinos foram testados em uma máquina de ensaios universal a 45 graus, a uma velocidade de 5 mm/min até fratura. Os autores concluíram que o diâmetro e desenho do pino influenciam a resistência à fratura.

Mazzocato et al. (2006) mediram e compararam a resistência à flexão entre pinos pré-fabricados de aço inoxidável, de fibra de vidro, carbono e quartzo. Os pinos foram testados com teste transversal de três pontos em uma máquina de ensaio universal, com apoios de 2 mm distantes 14 mm entre si, submetidos à carga de 500 N a uma velocidade de 0,5 mm/min. O estudo concluiu que: todos os grupos tiveram valores médios do módulo de flexão superiores ao módulo da dentina relatado na literatura; os pinos poliméricos reforçados por fibras obtiveram resistência máxima à flexão superior ao pino metálico e não houve diferenças significativas entre os grupos em relação ao módulo de flexão.

Cecchin et al. (2007) avaliaram a resistência à flexão por três pontos de pinos de fibra de carbono revestida por fibra de vidro, em comparação aos pinos de fibra de vidro e carbono. O teste de flexão foi realizado conforme a ISO10477 (ISO, 2004), com distância entre os apoios de 15,6 mm, com célula de carga de 2000 N a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os autores modificaram a norma em razão do comprimento dos pinos ser menor que 20 mm. O estudo concluiu que os pinos de fibra de carbono apresentaram maior valor médio de resistência à flexão por três pontos quando comparados a pinos de fibra de vidro e pinos de fibra de carbono revestidos por fibra de vidro. Os pinos de fibra de carbono revestidos por fibra de vidro apresentaram resistência à flexão intermediária em relação aos grupos controle, o que permite supor melhor desempenho clínico em relação aos pinos constituídos apenas por fibra de vidro.

Seefeld et al. (2007) avaliaram a resistência à fratura e características estruturais de oito sistemas de pinos fibro reforçados. O estudo utilizou teste de flexão em três pontos e avaliação em microscopia eletrônica de varredura. Os autores concluíram que existe uma forte correlação entre a relação fibra/matriz e a resistência à flexão do sistema.

Le Bell-Rönnlöf (2007) avaliou a resistência à flexão de pinos de fibra de vidro com matrizes polimerizadas ou não e comparou diversos sistemas de retentores pré-fabricados. Os pinos foram testados com e sem termociclagem em água. O estudo utilizou o teste de flexão em três pontos de acordo com a ISO 10477 (ISO, 2004), que indica a distância entre apoios de 10 mm, velocidade de 1 mm/min e carga com 2 mm de diâmetro. O autor concluiu que pinos de fibra de vidro com matriz não polimerizada possuem resistência à flexão maior que os pinos pré-fabricados de fibra de vidro.

Novais et al. (2009) avaliaram o módulo de elasticidade, a resistência à flexão e a rigidez de pinos de fibra de vidro. De acordo com os autores, pinos de fibra contêm alta porcentagem de fibras contínuas, embebidas em matrizes poliméricas, frequentemente epóxica, que mantém as fibras unidas. O vidro dos pinos de fibra de vidro pode ser elétrico, no qual a fase amorfa é uma mistura de óxidos de silício, bário, cálcio e alumínio e outros óxidos metálicos, ou ainda quartzo, que é sílica pura na forma cristalina, com melhores resultados estéticos. Podem ainda serem incorporadas fibras de vidro de alta resistência. Foram testados cinco sistemas de pinos pré-fabricados de fibra de vidro, submetidos ao teste de flexão em três pontos de acordo com a ISO 10477 (ISO, 2004), com apoios de 2 mm distantes entre si 10 mm, com carga de 500 N a uma velocidade de 0,5 mm/min. As propriedades mecânicas dos pinos de fibra de vidro dependem de fatores como a direção e quantidade de fibras, impregnação das fibras pela matriz resinosa, contração de polimerização da resina, propriedades individuais das fibras e da matriz e a adesão entre as fibras e a matriz. Os autores concluíram que o diâmetro do pino influencia suas propriedades e que pinos de fibra de carbono possuem maior resistência à flexão que pinos de fibra de vidro, e ambos possuem propriedades mecânicas semelhantes à dentina.

Grande et al. (2009) avaliaram o efeito da customização de pinos de fibra na sua resistência à flexão. O estudo também avaliou a diferença na distância entre as bases do teste de flexão e o diâmetro na resistência à flexão dos pinos de fibra. Os autores citaram a importância da adaptação do pino ao conduto para melhorar a longevidade da restauração e contra indicaram o sacrifício de estrutura dental. Para os autores a perda de dentina é a causa primária para aumentar risco de fratura de dentes tratados endodonticamente. O estudo foi realizado em quatro grupos de 20 pinos cada. O Grupo 1 era composto por pinos pré-

fabricados de fibra cilíndricos com terço apical cônico com diâmetro de 1,2 mm e comprimento de 19 mm. O Grupo 2 era composto por pinos com as mesmas dimensões do Grupo 1, porém com forma cilíndrica e fabricados a partir de um bastão de fibra de vidro com 2,2 mm de diâmetro, desgastados com ponta diamantada em baixa rotação, sem refrigeração. Os Grupos 3 e 4 eram compostos por bastões de fibra de vidro com diâmetro de 2,2 mm, comprimento de 30 mm e formato cilíndrico. Todos os 80 pinos foram medidos com um paquímetro digital em três pontos (coronal, médio e apical) e submetidos a teste de flexão em três pontos, com diâmetro dos apoios de 2 mm, com carga de 500 N a uma velocidade de 1 mm/min. Em todos os grupos a distância entre as bases era de 10 mm, exceto no Grupo 4, onde a distância era de 22 mm. Os autores concluíram que os pinos modificados possuem resistência à flexão semelhante a pinos intactos e que a variação da distância entre os suportes do teste de flexão de três pontos altera os valores de resistência à flexão e o módulo de elasticidade dos pinos e que isso deve ser considerado no momento de se avaliar os resultados.

Amaral (2010) avaliou a influência do condicionamento da superfície de pinos de fibra na resistência à flexão de três pontos. O teste foi realizado em uma máquina de ensaios universal, com distância entre apoios de 10 mm, sendo a carga aplicada a uma velocidade de 0,5 mm/min. O autor concluiu que o silano aumenta a retenção do núcleo de resina composta e que o jateamento do pino com óxido de alumínio pode ser danoso para os pinos.

1.4 Resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de fibra

Pereira et al. (2005) avaliaram a influência da quantidade de estrutura dental remanescente na resistência de dentes restaurados com pino intrarradicular. O estudo utilizou 50 caninos, que sofreram tratamento endodôntico, desobstrução parcial do conduto com broca tipo Largo nº 5, remoção da porção coronária com diferentes alturas de férula (0 mm, 1 mm, 2 mm e 3 mm) e restauração com núcleos fundidos em liga de cobre-alumínio e pinos pré-fabricados de aço inoxidável. Os dentes do grupo de pinos pré-fabricados receberam núcleos de preenchimento em resina composta fotopolimerizável, padronizados através de matriz de polimetilmetacrilato. Os dentes sofreram inclusão em resina acrílica e a avaliação de resistência foi realizada em uma máquina de ensaios universal, com os corpos de prova a 45 graus, e a carga compressiva foi aplicada na face palatina a uma velocidade de 0,5 mm/min

até fratura. O estudo concluiu que dentes sem remanescente dentário coronal tiveram resistência à fratura significativamente maior do que os dentes com remanescente coronal e que a quantidade de remanescente coronal não afetou significativamente a resistência de dentes tratados endodonticamente com pinos intrarradiculares. Porém, na ausência da férula, a fratura apresentou pior prognóstico.

Martelli Júnior (2006) avaliou a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e fragilizados restaurados com pinos de fibra de vidro acessórios. O teste foi conduzido em 50 raízes de dentes bovinos que receberam preparos radiculares com paredes internas divergentes para oclusal, com um diâmetro cervical de 3,5 mm. O estudo comparou núcleos metálicos fundidos, pinos de fibra de vidro principal e acessório. Os corpos de prova foram incluídos em resina de poliestireno e submetidos a teste de compressão tangencial a 45 graus do plano horizontal, com célula de carga de 500 Kgf a uma velocidade de 0,5 mm/min. O estudo concluiu que independentemente do material utilizado, a resistência à fratura das raízes não apresentou variações estatisticamente significantes, entretanto a utilização de pinos de fibra de vidro acessórios afetou positivamente o padrão de fratura, onde o grupo testado apresentou 90% das fraturas acima da região cervical.

Pasqualin (2007) avaliou a resistência à fratura de raízes com pinos metálicos fundidos e de fibra de vidro, variando a configuração geométrica, por meio de teste de compressão. O autor utilizou 50 incisivos centrais superiores e testou núcleos metálicos fundidos cilíndricos, núcleos metálicos fundidos cônicos, pinos de fibra de vidro cilíndricos e pinos de fibra de vidro cônicos. Os corpos de prova possuíam 4 mm de férula, receberam coroas metálicas e foram incluídos em resina acrílica para posterior ensaio de compressão, realizado em uma máquina de ensaios universal, com velocidade de 1 mm/min. O autor concluiu que a configuração geométrica do pino interferiu na resistência a fratura de pinos de fibra de vidro, sendo o pino de fibra cilíndrico o mais resistente à fratura.

Pereira (2007) avaliou a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com e sem diferentes pinos intrarradiculares, variando a quantidade de remanescente dentário coronal. O estudo utilizou 60 caninos humanos, que sofreram tratamento endodôntico e preparo radicular. Após, os dentes receberam retentores radiculares (dependendo do grupo) e foram restaurados com coroas metálicas, para então sofrer inclusão em resina acrílica. O teste de resistência à compressão a 45 graus foi realizado em uma máquina de ensaios universal, com carga de 100 kg e velocidade de 0,5 mm/min. O autor concluiu que a presença de férula providencia um significativo aumento da resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com retentores intrarradiculares pré-

fabricados ou metálicos fundidos. De acordo com o estudo, a presença de um pino intrarradicular para restaurar dentes tratados endodonticamente é necessária quando não existe remanescente dentário coronal (férula).

Clavijo (2007) avaliou a resistência à fratura de raízes fragilizadas reabilitadas por diferentes técnicas de construção de núcleos intrarradiculares. O estudo comparou núcleos metálicos fundidos, pinos de fibra de vidro, pinos anatômicos diretos e indiretos. Os corpos de prova tiveram suas coroas padronizadas por uma matriz de resina acrílica e foram embutidos em dispositivo metálico a 135 graus. Em seguida o conjunto foi adaptado em uma máquina de ensaios universal utilizando uma célula de carga de 100 Kg, sendo a força aplicada na velocidade de 0,5 mm/min por meio de ponta cilíndrica, 2,5 mm abaixo da ponta incisal, apoiada em nicho padronizado confeccionado na superfície palatina da porção coronária. O autor concluiu que os pinos anatômicos diretos e indiretos mostraram ser uma nova opção para reabilitação de raízes fragilizadas.

Le Bell-Rönnlöf (2007) avaliou a resistência à fratura de 50 incisivos restaurados com diferentes pinos (pinos de titânio, pinos de fibra de carbono e pinos de fibra de vidro embebidas em matriz não polimerizada) através de teste de compressão a 45 graus, realizado em uma máquina de ensaios universal, a uma velocidade de 5 mm/min. O autor concluiu que os dentes do grupo controle (sem pino) apresentaram os maiores valores de resistência e que dentes restaurados com pinos de fibra de vidro embebidas em matriz não polimerizada apresentam padrão de fratura mais favorável.

Salameh et al. (2008) investigaram a resistência à fratura e o padrão de falha de pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra e núcleos fundidos em ouro. O estudo observou que pinos de fibra de vidro geram fraturas mais favoráveis, provavelmente devido ao módulo de elasticidade semelhante à dentina, gerando melhor distribuição de tensões na interface pino/restauração. Já os núcleos fundidos foram responsáveis por padrões de fratura mais desfavoráveis.

Büttel et al. (2009) avaliaram a influência da adaptação e comprimento dos pinos na resistência à fratura de dentes endodonticamente tratados e extensamente destruídos. O estudo avaliou 96 dentes restaurados com pinos de fibra de vidro curtos ou longos, perfeitamente adaptados às paredes do conduto ou não. Os pinos foram cimentados com cimento resinoso e os dentes restaurados com coroas de resina direta. Os espécimes foram submetidos a carregamento oclusal e ciclagem térmica anteriormente ao teste de resistência à fratura. Os autores concluíram que quando os pinos de fibra são cimentados adesivamente a adaptação às paredes do conduto não é um fator crucial, e que preparos excessivos do conduto radicular

que produzem uma forma circular mais semelhante ao pino não são necessários para aumentar a resistência à fratura das raízes. No entanto, pinos curtos diminuem os valores de resistência à fratura.

Kivanç, Alaçam e Görgül (2010) avaliaram a resistência à fratura de pré-molares com somente uma face remanescente e restaurados com diversas técnicas. O estudo comparou restaurações com fitas de fibra de vidro, pinos de fibra de vidro adaptáveis, pinos de titânio e grupo controle (sem pino). Todos os dentes foram restaurados com coroas de resina direta e sofreram teste de resistência à fratura. Os autores concluíram que a presença ou o tipo de pino não influenciou a resistência à fratura de pré-molares endodonticamente tratados e com uma face remanescente.

Santos et al. (2010) utilizaram o teste de elemento finito para simular um pré-molar restaurado com um pino metálico ou de fibra e analisar a propagação de tensões que cada um é capaz de exercer sobre a raiz. De acordo com o estudo, pinos de fibra geraram menor tensão na interface pino/dente e maior tensão na raiz. Porém, o pino de fibra diminuiu a ocorrência de fratura radicular.

Hatta et al. (2011) avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de alto e baixo conteúdo de fibra de vidro. Para os autores os pinos pré-fabricados de fibra de vidro contêm baixo conteúdo de fibra, enquanto que os pinos de fibra de vidro adaptável não polimerizada possuem alto conteúdo de fibra. O estudo comparou dentes restaurados com pinos finos e largos, de comprimento grande ou pequeno, sob diferentes condições de polimerização (polimerização extraoral e intrarradicular). Os autores concluíram que pinos curtos e grossos (não ultrapassando o diâmetro do conduto radicular) são mais resistentes que pinos finos, e que a polimerização simultânea do pino e do cimento resinoso também aumenta a resistência do dente.

Bijelic et al. (2011) avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de fibra e compósito experimental à base de fibras curtas. O estudo ressaltou que os monômeros do sistema adesivo e dos cimentos resinosos podem difundir-se pela matriz polimérica de pinos de fibra de vidro à base de fibras curtas embebidas em uma matriz resinosa não polimerizada e promover adesão por interdifusão. Os autores concluíram que pinos de fibra adaptáveis aumentam a resistência de dentes endodonticamente tratados e restaurados com coroas de resina direta, e que uma férula de 2 mm também aumenta a resistência à fratura.

1.5 Adesão dos pinos às paredes dentinárias

Boschian Pest et al. (2002) analisaram a adesão entre cimento resinoso, parede radicular e pinos de fibra de vidro através de testes de *push-out* e observação em microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que a afinidade química entre o cimento resinoso e o pino de fibra de vidro é extremamente importante para que haja alta resistência adesiva.

Vichi et al. (2002) avaliaram através de observação em microscópio eletrônico de varredura diferentes sistemas adesivos utilizados na cimentação de pinos de fibra. O estudo investigou a eficácia de sistemas adesivos multi frasco e simplificados em formar *tags* resinosos, *microtags* resinosos e camada híbrida e concluiu que os sistemas multi frascos obtiveram melhor retenção micromecânica entre a superfície condicionada pelo ácido e o sistema adesivo.

Bouillaguet et al. (2003) avaliaram, pelo método de microtensão, a resistência adesiva entre cimentos adesivos e paredes do conduto radicular. O estudo investigou se a cimentação adesiva de pinos reforça o remanescente intrarradicular e se a força adesiva é satisfatória, uma vez que o conduto radicular é irrigado, durante o tratamento endodôntico, com várias soluções que podem comprometer a adesão. Os autores relataram que os cimentos resinosos que requerem condicionamento ácido total podem falhar devido à dificuldade em controlar a umidade do conduto radicular. Já os adesivos autocondicionantes podem falhar devido à dificuldade de infiltrar na lama dentinária espessa que é formada durante o preparo intrarradicular para o pino. Os autores concluíram que a tensão de contração de polimerização dos cimentos resinosos e a dificuldade de acesso aos canais radiculares dificultam a obtenção de altos valores de resistência adesiva de pinos cimentados com cimentos resinosos.

A camada fina de agente cimentante também é crucial para o sucesso na restauração de dentes tratados endodonticamente. De acordo com Bouillaguet et al. (2003) e Giachetti et al. (2004), quanto maior a camada de cimento resinoso pior é a contração de polimerização, pois a cimentação de um retentor intrarradicular representa o pior cenário de fator C de configuração cavitária. Giachetti et al. (2004) ainda avaliaram a resistência adesiva de pinos de fibra translúcidos cimentados com sistemas adesivos de cura dual e fotopolimerizáveis e concluíram que os sistemas de cura dual representam a escolha mais confiável para cimentação de retentores intra canais.

Bitter et al. (2004) também investigaram a capacidade de diferentes sistemas adesivos em se unir a dentina radicular. O estudo observou a interface adesiva com microscopia de varredura confocal por *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (LASER). Os autores concluíram que sistemas adesivos que utilizam condicionamento ácido prévio formam camadas híbridas mais espessas e uniformes em comparação aos cimentos autocondicionantes.

Grandini et al. (2004) avaliaram em microscópio eletrônico de varredura a capacidade de sistemas adesivos simplificados em formar camada híbrida e *tags* resinosos. O estudo observou a necessidade de fotopolimerizar o sistema adesivo antes da inserção do cimento resinoso, quando se trabalha com a técnica de condicionamento ácido total e sistema adesivo fotopolimerizável.

Le Bell et al. (2005) avaliaram a adesão de pinos de fibra reforçados por resina às paredes do conduto radicular. De acordo com o estudo, pinos onde a matriz resinosa sofreu alta conversão monomérica se tornam não reativos, o que dificulta sua adesão ao conduto radicular e ao cimento resinoso. Matrizes poliméricas com malha de polímeros interpenetrantes são mais reativas e permitem a difusão dos monômeros dos sistemas adesivos e cimentos resinosos, o que resulta em maiores valores de adesão. O teste de *push-out* realizado no estudo evidenciou melhores resultados de adesão em matrizes reativas.

Mannocci et al. (2005) avaliaram a penetração de sistemas adesivos nos pinos de fibra de vidro através de observação em microscópio confocal. O estudo relatou que existem vários tipos de matrizes resinosas, onde as fibras de vidro são embebidas. De acordo com o estudo, os pinos onde as fibras de vidro são impregnadas com matrizes resinosas de polímeros interpenetrados na malha resinosa possuem maior penetração dos sistemas adesivos, o que sugere melhor adesão.

Simonetti et al. (2007) avaliaram a capacidade de selamento e aspectos microscópicos de um cimento autoadesivo usado na cimentação de pinos de fibra em condutos radiculares. Os autores ressaltaram que os cimentos autoadesivos não necessitam de pré-tratamento dentinário ou aplicação de sistemas adesivos, o que torna a técnica mais simplificada. O estudo comparou cimentos autoadesivo, autocondicionante e convencional através de testes de microinfiltração e avaliação da formação de camada híbrida em microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que o cimento autoadesivo exibiu os melhores resultados.

Mazzitelli e Monticelli (2009) avaliaram a resistência adesiva de cimentos autoadesivos em pinos de fibra. O estudo utilizou teste de extrusão e comparou cimentos

resinosos autoadesivo e autocondicionante e também concluíram que o cimento autoadesivo obteve os melhores resultados.

Garcia-Godoy e Ferrari (2010) realizaram um ensaio clínico de pinos de fibra cimentados com cimento resinoso autoadesivo. O estudo avaliou 40 pacientes que necessitavam de tratamento endodôntico e restauração indireta em pré-molares. Todos os pacientes receberam pinos de fibra inseridos 9-10 mm no conduto e cimentados adesivamente. Sobre os pinos foram construídos núcleos de preenchimento de resina composta. Os pacientes foram então divididos em dois grupos: restauração com coroas de porcelana de dissilicato de lítio ou coroas de metalocerâmica. Os pacientes foram agendados para revisões programadas de 6, 12 e 24 meses. Os autores concluíram que as restaurações obtiveram excelentes resultados, tanto os pinos quanto as coroas.

Amaral (2010) avaliou a resistência adesiva entre pino de fibra de vidro e dentina intrarradicular ou resina composta do núcleo após diferentes tratamentos de superfície dos pinos, e a influência do tratamento de superfície na resistência à flexão dos pinos. Foram testados limpeza com álcool com ou sem aplicação de silano, jateamento com óxido de alumínio com ou sem silanização, peróxido de hidrogênio e silano, ácido fluorídrico e silano e ácido fosfórico e silano. Foram utilizados dentes bovinos, que receberam os pinos e sofreram ciclagem térmica e mecânica. Após, sofreram teste de extrusão e de microtração. Os pinos também foram submetidos ao teste de flexão de três pontos e avaliação em microscópio eletrônico de varredura. O autor concluiu que a retenção do pino no conduto radicular não foi afetada pelos tratamentos sugeridos, porém a aplicação de silano aumentou a retenção do núcleo de resina composta. O jateamento do pino com óxido de alumínio pode ser danoso para as propriedades de flexão dos pinos e diferentes padrões de morfologia de superfície foram observados no microscópio eletrônico de varredura.

2 PROPOSIÇÃO

Os objetivos deste estudo são:

- a) avaliar a micromorfologia de pinos de fibra de vidro submetidos à customização por desgaste;
- b) avaliar a resistência à flexão de pinos de fibra de vidro submetidos à customização por desgaste da porção apical;
- c) avaliar, *in vitro*, a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos customizados por desgaste do terço apical.

Foram testadas as seguintes hipóteses:

- a) hipótese 1: o desgaste de pinos pré-fabricados de fibra de vidro com pontas diamantadas ou com discos de lixa produz alterações micromorfológicas aceitáveis;
- b) hipótese 2: pinos pré-fabricados de fibra de vidro submetidos à remodelação anatômica da porção apical, por desgaste, apresentam valores de resistência à flexão semelhantes a pinos sem desgaste;
- c) hipótese 3: dentes restaurados com pinos pré-fabricados de fibra de vidro submetidos à remodelação anatômica da porção apical possuem resistência à fratura semelhante a dentes restaurados com pinos sem desgaste.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta série de experimentos é baseada em estudos *in vitro*. O experimento 1 observou a micromorfologia de pinos pré-fabricados de fibra de vidro após desgaste com diferentes tipos de instrumentos utilizados para customização. O experimento 2 avaliou a resistência à flexão de pinos pré-fabricados de fibra de vidro submetidos ou não a customização por desgaste, e o experimento 3 analisou a influência da customização por desgaste de pinos pré-fabricados de fibra de vidro na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Os testes e materiais utilizados para cada experimento se encontram relacionados abaixo.

3.1 Experimento 1: análise da micromorfologia de pinos pré-fabricados de fibra de vidro submetidos a desgaste com 4 diferentes tipos de instrumentos

3.1.1 Materiais

Para esta etapa, foram utilizados os materiais descritos no Quadro 1.

Material	Nome Comercial	Fabricante
Álcool isopropílico		CDA
Alicate de corte		Tramontina
Caneta de alta rotação	Extra torque 650 C	Kavo
Contra-ângulo	Intramatic 2068 FGBN 1:1	Kavo
Disco de lixa granulação média	Sof-Lex	3M/ESPE
Mandril para contra-ângulo		KG Sorensen
Micro motor	Intramatic 181 DBN	Kavo
Microscópio eletrônico de varredura	modelo DSM 960	ZEISS
Mini torno industrial		Dentsply
5 pinos pré-fabricados de fibra de vidro	White Post DC n. 4	FGM
Placa de ouro		
Ponta diamantada fina	n. 3195F	KG Sorensen
Régua milimetrada endodôntica		Angelus

Quadro 1 - Materiais utilizados na análise da micromorfologia

3.1.2 Métodos

Cinco pinos pré-fabricados de fibra de vidro White Post DC n. 4 (FGM) foram divididos em cinco grupos, classificados alfabeticamente, conforme Quadro 2.

Grupos	Desgaste
Grupo A	Controle (sem desgaste)
Grupo B	Desgaste com mini torno
Grupo C	Desgaste com ponta diamantada
Grupo D	Desgaste com disco de lixa
Grupo E	Corte com alicate

Quadro 2 - Tipos de desgaste dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro

O Grupo A (grupo controle) não sofreu desgaste. O Grupo B foi submetido a desgaste da porção apical do pino com um minitorno industrial da empresa de produtos odontológicos Dentsply. O Grupo C foi submetido a desgaste com ponta diamantada de granulação fina n. 3195F (KG Sorensen), em alta rotação e refrigeração ar-água. Os pinos do Grupo D sofreram desgaste com disco de lixa de granulação média Sof-Lex (3M/ESPE) acoplado a um mandril e em uma peça reta no micro motor, em baixa rotação, sem refrigeração ar-água. O Grupo E teve sua porção apical cortada com um alicate (Tramontina).

Após os tratamentos os pinos foram limpos com álcool isopropílico (CDA) e secos com jato de ar. Após, os pinos foram montados em tubos de alumínio, recobertos com uma fina camada de ouro (metalização) e observados com aumentos de 100 a 200 vezes em microscópio eletrônico de varredura ZEISS modelo DSM 960, com elétrons secundários a fim de se observar o padrão morfológico da superfície após desgaste proporcionado por cada uma dos instrumentos utilizados.

3.2 Experimento 2: avaliação da resistência à flexão de pinos de fibra de vidro desgastados

3.2.1 Materiais

Para esta etapa foram utilizados os materiais descritos no Quadro 3.

Material	Nome Comercial	Fabricante
Caneta de alta rotação	Extra torque 650 C	Kavo
Contra-ângulo	Intramatic 2068 FGBN 1:1	Kavo
2 discos de lixa de granulação média	Sof-Lex	3M/ESPE
Dispositivo para teste de flexão de 3 pontos	Referência 00122	Odeme Biotechnology
Lápis preto		Faber Castell
Mandril para contra-ângulo		KG Sorensen
Máquina de ensaios universal	Instron 5500 R	Instron
2 Micro motores	Intramatic 181 DBN	Kavo
Paquímetro Digital		Mitutoyo
Peça reta	Intramatic 10 ABN 1:1	Kavo
60 Pinos pré-fabricados de fibra de vidro	White Post DC 10 n. 0,5, 10 n. 1, 10 n. 2, 10 n. 3 e 20 n. 4	FGM
12 pontas diamantadas	n° 4138	KG Sorensen
Régua milimetrada endodôntica		Angelus

Quadro 3 - Materiais utilizados para avaliação da resistência à flexão

3.2.2 Métodos

Sessenta pinos de fibra de vidro White Post DC (FGM) de diferentes diâmetros foram divididos em seis grupos e classificados numericamente de acordo com o diâmetro dos pinos (Quadro 4).

Grupos	Quantidade	Tipo de Pino
Grupo 0	10	pinos n. 0,5
Grupo 1	10	pinos n. 1
Grupo 2	10	pinos n. 2
Grupo 3	10	pinos n. 3
Grupo 4	10	pinos n. 4
Grupo 5	10	pinos n. 4 com $\frac{1}{3}$ apical desgastado

Quadro 4 - Grupos da avaliação da resistência à flexão

As amostras foram medidas com um paquímetro digital e cortadas na extremidade cervical com o auxílio de uma ponta diamantada n. 4138 (KG Sorensen) em alta rotação, sob refrigeração ar-água de forma a padronizar um comprimento de 15 mm. A cada cinco cortes, a ponta diamantada era descartada (Figura 1).

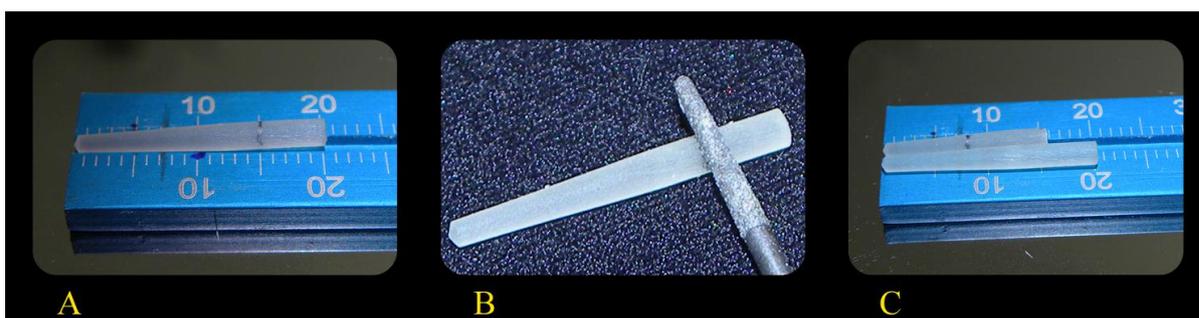


Figura 1 - Corte dos pinos

Legenda: (A) demarcação do pino com lápis; (B) corte do pino com ponta diamantada; (C) pino antes e após corte.

Os pinos tiveram seus diâmetros aferidos com o auxílio do paquímetro digital em três pontos: diâmetro cervical, médio e apical, conforme Figura 2. Os dados encontram-se discriminados no Quadro 5. Os pinos ainda foram aferidos na porção cervical do terço apical. A média dos diâmetros encontra-se descrita no Quadro 6.

Os dez pinos n. 4 do Grupo 5 foram marcados com lápis preto a 5 mm do ápice. Cada pino n. 4 foi acoplado diretamente na peça de mão, deixando para o lado externo somente o terço apical. Um mandril com disco de lixa Sof-Lex (3M/ESPE) de granulação média foi acoplado ao contra-ângulo e este foi apoiado na bancada de trabalho. A peça de mão com o pino foi colocada paralela ao disco de lixa, com toda porção exposta do pino em contato com o disco (Figura 3).

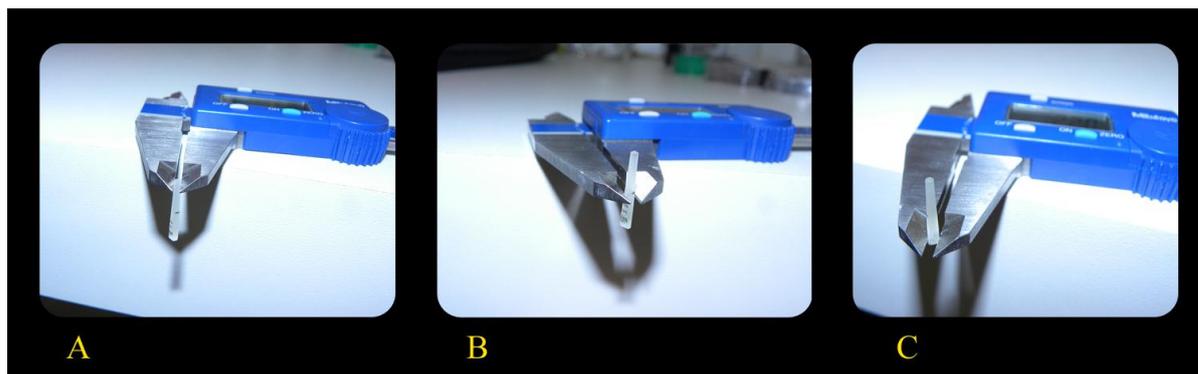


Figura 2 - Aferição dos diâmetros do pino

Legenda: (A) aferição do diâmetro no terço cervical; (B) aferição do diâmetro no terço médio; (C) aferição do diâmetro no terço apical.

PINOS	GRUPO 0			GRUPO 1			GRUPO 2		
	CERVICAL	MÉDIO	APICAL	CERVICAL	MÉDIO	APICAL	CERVICAL	MÉDIO	APICAL
1	1,38	1,21	0,83	1,58	1,56	1,02	1,77	1,61	1,23
2	1,43	1,22	0,77	1,66	1,55	1,02	1,80	1,59	1,28
3	1,38	1,28	0,76	1,66	1,56	1,02	1,83	1,54	1,11
4	1,43	1,28	0,74	1,65	1,49	1,01	1,81	1,62	1,25
5	1,44	1,30	0,86	1,65	1,60	0,99	1,78	1,61	1,28
6	1,42	1,28	0,86	1,54	1,55	1,01	1,78	1,58	1,27
7	1,42	1,33	0,84	1,58	1,56	1,06	1,83	1,58	1,23
8	1,41	1,31	0,89	1,52	1,52	1,04	1,84	1,58	1,23
9	1,45	1,24	0,84	1,60	1,53	1,02	1,79	1,61	1,30
10	1,38	1,27	0,91	1,69	1,58	0,99	1,79	1,58	1,33
PINOS	GRUPO 3			GRUPO 4			GRUPO 5		
	CERVICAL	MÉDIO	APICAL	CERVICAL	MÉDIO	APICAL	CERVICAL	MÉDIO	APICAL
1	1,91	1,88	1,42	2,07	1,97	1,56	2,19	1,91	1,09
2	2,06	1,95	1,44	2,16	1,93	1,48	2,18	1,87	1,20
3	2,09	1,94	1,48	2,24	1,93	1,53	2,12	1,97	0,87
4	1,83	1,92	1,46	2,08	1,81	1,46	2,20	1,89	1,25
5	1,99	1,93	1,42	2,22	1,93	1,48	2,19	1,90	1,11
6	2,05	1,82	1,42	2,19	1,96	1,54	2,20	1,93	1,14
7	2,05	1,90	1,38	2,23	1,95	1,56	2,19	1,93	1,26
8	2,01	1,80	1,38	2,18	1,98	1,58	2,18	1,91	1,10
9	2,09	1,92	1,41	2,19	1,97	1,53	2,18	1,92	1,02
10	2,06	1,90	1,37	2,24	1,94	1,54	2,19	1,93	1,02

Quadro 5 - Diâmetros dos pinos em milímetros

Grupos	Número	Diâmetro Cervical	Diâmetro Apical	Diâmetro Cervical 1/3 Apical
Grupo 0	10 pinos n. 0,5	1,4 mm	0,65 mm	0,95 mm
Grupo 1	10 pinos n. 1	1,6 mm	0,85 mm	1,16 mm
Grupo 2	10 pinos n. 2	1,8 mm	1,05 mm	1,32 mm
Grupo 3	10 pinos n. 3	2,0 mm	1,25 mm	1,48 mm
Grupo 4	10 pinos n. 4	2,2 mm	1,45 mm	1,57 mm
Grupo 5	10 pinos n. 4 com 1/3 apical desgastado	2,2 mm	1,05 mm	1,32 mm

Quadro 6 - Média dos diâmetros dos pinos

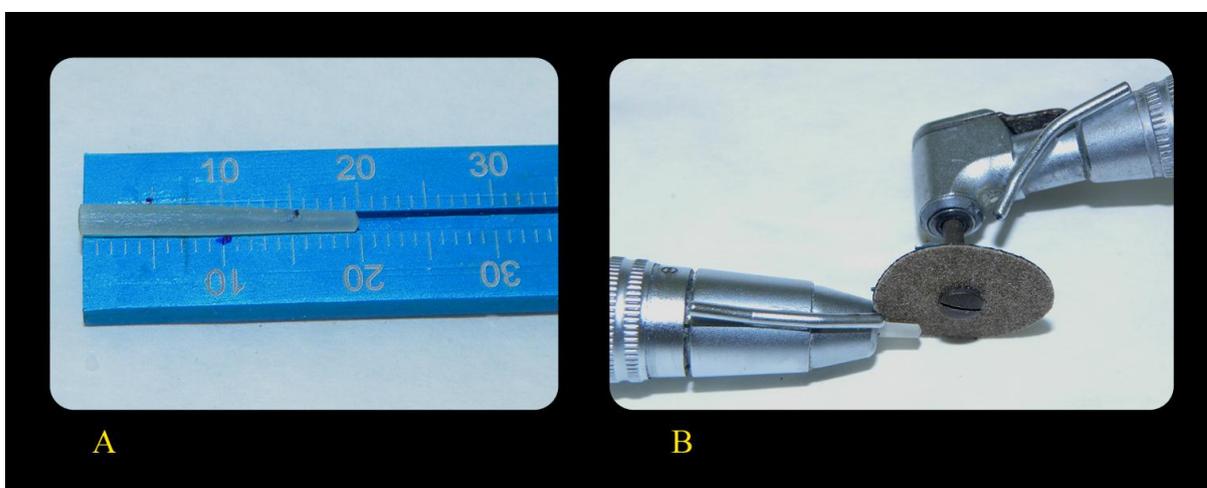


Figura 3 - Preparo do pino para desgaste

Legenda: (A) demarcação da área do pino a ser desgastada; (B) pino durante desgaste.

Os motores foram acionados por 2 segundos, girando ao mesmo tempo o pino e o disco de lixa. O diâmetro da porção apical do terço cervical do pino foi repetidamente aferido com o auxílio do paquímetro digital e caso necessário os motores eram novamente acionados até que os diâmetros cervical do terço apical e apical do pino n. 4 coincidisse com os diâmetros do pino n. 2, respectivamente 1,32 mm e 1,05 mm (Figura 4). Os discos de lixa eram descartados após cada desgaste de cinco pinos.



Figura 4 – Pino antes e após customização por desgaste

Os 60 pinos foram submetidos ao teste de flexão de três pontos em uma máquina de ensaios universal (Instron 5500 R), conforme a ISO10477 (ISO, 2004) e com o auxílio do dispositivo para teste de flexão de 3 pontos referência 00122 (Odeme Biotechnology). Cada pino foi posicionado sobre dois apoios de 2 mm de diâmetro, distantes 10 mm entre si, para que uma célula de carga de 500 N e diâmetro de 2 mm em um ponto superior aplicasse carga estática exatamente na porção média entre os apoios, a um ângulo de 90 graus e na velocidade de 0,5 mm/min, até a fratura (Figura 5).

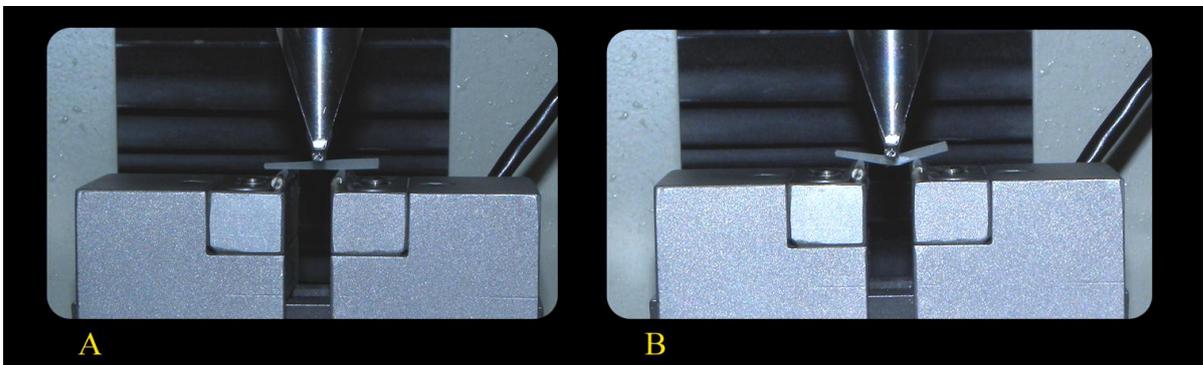


Figura 5 - Pino posicionado no dispositivo para teste de flexão em 3 pontos
Legenda: (A) antes da fratura; (B) após fratura.

3.3 Experimento 3: avaliação da resistência à fratura de dentes humanos restaurados com pinos customizados por desgaste

3.3.1 Materiais

Para esta etapa, foram utilizados os materiais descritos no Quadro 7.

Material	Nome Comercial	Fabricante
Ácido fosfórico a 35%	Condicionador Dental Gel	Dentsply
Adesivo Instantâneo Universal de éster de cianocrilato	Super Bonder Original	Superbonder
Água destilada		Dentaltec
Álcool		CDA
Algodão		Apolo
Aparelho fotopolimerizador	Raddi-cal	SDI
Aplicadores descartáveis	Cavibrush fino	FGM
Bloco de papel para manipulação		
Brocas de preparo de conduto radicular para instalação de pinos de fibra	2 para pinos n. 4 2 para pinos n. 2	FGM
Brocas Gattes Gliden	n. 1, 2 e 3	Dentsply/Maillefer
Brocas Largo	n. 2	Dentsply/Maillefer
Caneta de alta rotação	Extra torque 650 C	Kavo
Caneta hidrocor		Faber Castell
20 caninos humanos permanentes hígidos		Banco de Dentes UERJ
Cânula de endodontia		Konnen
Cera	rosa n. 7 e <i>utility</i>	Herpo
Cimento endodôntico	Endofill	Dentsply
Cimento resinoso	Rely X U100	3M/ESPE
Cones de gutta percha	ISO Calibradas	Dentsply
Cones de papel absorvente	Pontas de papel ISO	Dentsply
Contra-ângulo	Intramatic 2068 FGBN 1:1	Kavo
20 coroas de policarbonato pré-fabricadas transparentes	n. 23	TDV
Cureta periodontal	McCall n. 17/18	Duflex- SS White
2 discos de lixa de granulação média	Sof-Lex	3M/ESPE
Dispositivo para teste de fratura		UERJ

Quadro 7 - Materiais utilizados para avaliação da resistência à fratura (continua)

Escova de Robinson para Profilaxia		KG Sorensen
Espátula n. 1 para resina	Suprafill	SS White
Espátula para cimento	n. 24	SS White
Fita adesiva dupla face		3M
Vaselina sólida		Rioquímica
Hipoclorito de Sódio	2,5%	Super Globo
Lápis preto		Faber Castell
Limas	1ª série	Maillefer
Mandril para contra-ângulo		KG Sorensen
Máquina de ensaios universal	5500 R	Instron
2 Micro motores	Intramatic 181 DBN	Kavo
Paquímetro Digital		Mitutoyo
Peça reta	Intramatic 10 ABN 1:1	Kavo
Pedra-pomes fina	Herjos	Vigodent
Placa de vidro		Golgran
Ponta de silicone	Enhance	Dentsply
Pontas diamantadas	n. 4137, 4138 e 3195F (4 de cada)	KG Sorensen
Pontas para seringa Centrix	Agulhadas	Centrix
2 potes dappen de vidro		Maquira
Pote de vidro para resina acrílica		JON
Régua milimetrada endodôntica		Angelus
Resina acrílica autopolimerizável transparente		JET
Resina	Enforce Core	Dentsply
Seringa e pontas agulhadas para aplicação de materiais dentários	Sistema Centrix	DFL
Silano	Silano Agente de Ligação	Dentsply
Silicone de condensação fluido	Coltoflax	Còltene
Sistema adesivo	Scotchbond multiuso frascos 1,5, 2 e 3,5	3M/ESPE
Soro fisiológico		LBS
Sonda exploradora reta		SS White
Tubo de cloreto de polivinila (PVC) com 25 mm de diâmetro cortado em 20 pedaços de 3 cm de altura		Tigre
Vaselina pomada		Rioquímica

Quadro 7 - Materiais utilizados para avaliação da resistência à fratura (conclusão)

3.3.2 Métodos

O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética (CEP) em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), sendo aprovado em 28 de Setembro de 2011, sob o registro n. CEP/HUPE 3079/2011. O parecer encontra-se no ANEXO.

O resumo da metodologia e a padronização das medidas estão ilustrados respectivamente nas Figuras 6 e 7.

Vinte caninos permanentes uniradiculares hígidos com dimensões semelhantes que foram extraídos por razões ortodônticas ou motivos periodontais oriundos do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro foram selecionados e mantidos em solução de formol até utilização no estudo. Dentes com reabsorções radiculares, cáries ou trincas foram excluídos. Os debris foram removidos com curetas periodontais McCall n. 17/18 (Duflex- SS White) e escova de Robinson para Profilaxia (KG Sorensen) embebidas com pasta de pedra-pomes (Vigodent).

O comprimento das raízes foi padronizado em 15 mm por meio de corte das porções coronária das raízes com uma ponta diamantada n. 4138 (KG Sorensen), sob alta rotação com refrigeração (Figura 6A e B). O diâmetro do conduto radicular na porção cervical radicular foi medido com paquímetro digital e as raízes que apresentavam condutos com diâmetros maiores que o diâmetro equivalente ao pino n. 4 (White Post DC, FGM) nesta região (2,2 mm), foram substituídas.

Os dentes selecionados foram submetidos a tratamento endodôntico (Figura 6C). Os canais foram preparados 1 mm aquém do ápice radiográfico. Os canais foram instrumentados com a técnica de recuo escalonado, irrigados com solução salina, secos com pontas de papel absorvente (Dentsply) e obturados pela técnica de condensação lateral com cones de gutta percha (Dentsply) e cimento endodôntico (Endofill/ Dentsply).

A partir de um tubo de PVC com 20 mm de diâmetro interno, foram obtidos 20 anéis com 15 mm de altura. As raízes receberam uma camada de vaselina e foram embutidas nos anéis de PVC. Para isso as matrizes foram fixadas a uma placa de vidro com o auxílio de uma fita dupla face e a interface tubo/placa foi vedada com cera *Utility* (Herpo). A resina acrílica autopolimerizável foi então manipulada em pote de vidro (JET) com uma espátula n. 24 (SS White), até se obter a homogeneização das duas partes. A resina foi lentamente vertida no conjunto dente/tubo de PVC, até seu completo preenchimento. Cada raiz foi inserida no

centro do tubo, com o longo eixo do espécime perpendicular ao plano horizontal e 2 mm acima da altura da interface dente/restauração.

Após a polimerização da resina acrílica as raízes foram removidas, o silicone de condensação fluido (Còltene–Coltoflax) foi manipulado e inserido no alvéolo simulado, e o dente foi recolocado em posição. Desta forma, a resina acrílica simulava o osso alveolar e o silicone fluido o ligamento periodontal (Figura 6D-H).

Os corpos de prova sofreram desobstrução do conduto com broca Largo n. 2 (Dentsply/Maillefer), respeitando o selamento apical mínimo de 5 mm (Figura 6I), e foram então divididos em dois grupos.

O Grupo I foi composto por 10 raízes, que sofreram preparo do conduto radicular para inserção de pinos pré-fabricados de fibra de vidro com brocas n° 4 correspondente ao pino White Post DC n. 4 (FGM) em 10 mm (Figura 6J e K).

O Grupo II foi composto por 10 raízes que sofreram preparo do conduto radicular para inserção dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro n. 4 desgastados conforme metodologia de desgaste do Grupo 5 da etapa 2 deste estudo. O preparo foi realizado com brocas n. 2 correspondente ao pino White Post DC n. 2 (FGM) em 10 mm e broca n. 4 correspondente ao pino White Post DC n. 4 (FGM) em 5 mm (Figura 6M-O).

Todas as brocas de desobstrução possuíam dimensões semelhantes aos pinos, e foram acionadas em um contra ângulo acoplado a um micromotor, em baixa rotação de 1000 rpm. A cada cinco preparos todas as brocas eram descartadas.

Vinte pinos de fibra de vidro n. 4 (White Post DC, FGM), sendo 10 pinos para cada grupo foram seccionados na cervical até comprimento de 15 mm com o auxílio da ponta diamantada n. 4138 (KG Sorensen), em alta rotação, sob refrigeração ar-água. Antes da cimentação no Grupo 2, os pinos sofreram desgaste da porção apical conforme metodologia usada no Grupo 5 do experimento 2.

Os pinos foram provados nos canais, limpos com gaze embebida em álcool e silanizados (Silano/Dentsply). A silanização seguiu as recomendações do fabricante: uma gota do silano *primer* foi misturada com uma gota do silano ativador e aguardou-se 5 minutos antes da aplicação do produto com um aplicador descartável.

Os condutos foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio 2,5%, lavados com água e secos com cones de papel absorvente (Dentsply) e leves jatos de ar. O cimento resinoso autoadesivo e de cura dual Rely X U100 (3M/ESPE) foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante e injetado nos condutos radiculares com o auxílio de pontas agulhadas (Centrix/ DFL). Logo após os pinos foram assentados, os excessos de cimento

foram removidos com o auxílio de um aplicador descartável e os pinos foram mantidos sobre pressão digital por 2 minutos. Subsequentemente a fotopolimerização foi realizada com o aparelho Raddi-cal (SDI) a uma potência de $1.200\text{mW}/\text{cm}^2$ com comprimento de onda de 440 a 480 nanômetros e pico de 460 nanômetros, em direção oclusal por 40 segundos. Desta forma os pinos foram cimentados 10 mm dentro do conduto excedendo 5 mm na porção coronária (Figura 6L, P e Q).

Os corpos de prova receberam uma férula com 2 mm de altura e 1 mm de largura, preparada com o auxílio da ponta diamantada n. 4138 (KG Sorensen) - (Figura 6R).

Para a restauração da porção coronária coroas diretas de resina composta de cura dual (Enforce Core /Dentsply) foram realizadas com o auxílio de coroas de policarbonato pré-fabricadas para dentes anteriores n. 23 (TDV). Anteriormente a realização da restauração os remanescentes foram condicionados com ácido fosfórico 35% (Dentsply) por 15 segundos, lavados com água por 15 segundos e secos cuidadosamente com leves jatos de ar e algodão, deixando a superfície ligeiramente umedecida. O sistema adesivo dual Scotchbond Multiuso (3M/ESPE) foi aplicado de acordo com as recomendações do fabricante: uma gota do frasco 1,5 (ativador) foi aplicada com o auxílio de um aplicador descartável na superfície condicionada por 5 segundos, seguido de um leve jato de ar. Após, uma gota do frasco 2 (*primer*) foi aplicada com o auxílio de um aplicador descartável na superfície condicionada por 20 segundos, seguido de um leve jato de ar. Por fim, uma gota do frasco 3,5 (catalisador) foi aplicada com o auxílio de um aplicador descartável, seguido de um jato de ar.

A resina composta de preenchimento Enforce Core (Dentsply) foi manipulada em um bloco de papel com uma espátula 1 (SS White) e inserida sem bolhas na matriz de policarbonato de formas anatômicas (TDV), adaptadas a superfície do dente e fotopolimerizadas com o auxílio do fotopolimerizador Raddi-cal (SDI), por 40 segundos em cada face (Figura 6S). Finalmente os excessos de resina composta foram removidos com o auxílio da ponta diamantada para acabamento de resina n.3195 F (KG Sorensen).

Após vinte e quatro horas de armazenamento dos corpos de prova em água destilada a restauração foi finalizada. Para isto cada corpo de prova recebeu uma canaleta a 2 mm da ponta incisal, realizada com o auxílio da ponta diamantada n. 4137 (KG Sorensen), sob alta rotação e refrigeração ar-água (Figura 6T). O objetivo desta canaleta foi adaptar e padronizar a localização da ponta do dispositivo do teste de resistência à fratura.

Em seguida, os espécimes sofreram acabamento com ponta diamantada n. 3195F (KG Sorensen), e polimento com ponta Enhance (Dentsply). Em cada corpo de prova a ponta do pino foi coberta por uma camada de resina composta de aproximadamente 1,5 mm em altura.

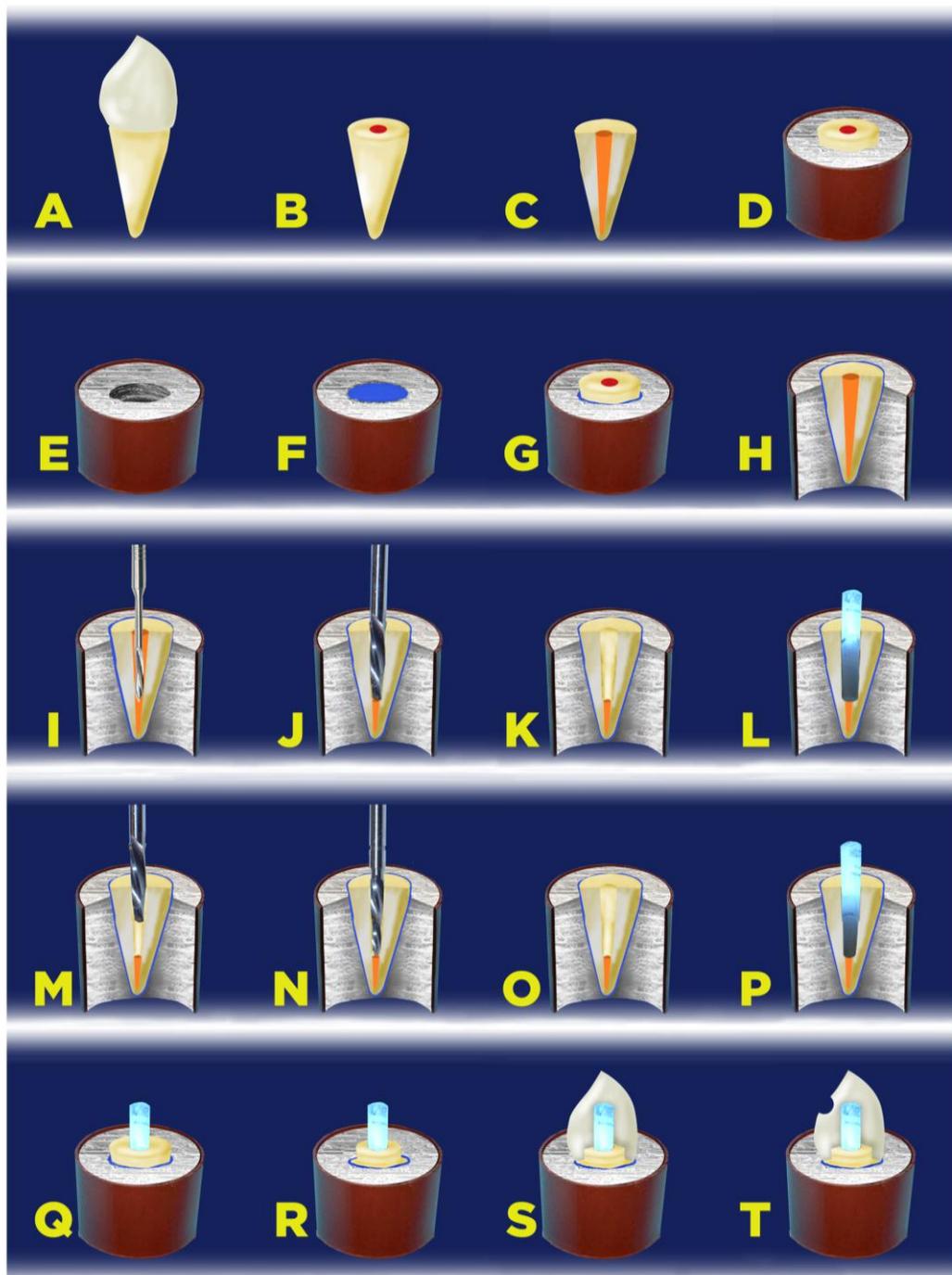


Figura 6 - Metodologia de fabricação dos corpos de prova

Legenda: (A) seleção dos dentes; (B) padronização das raízes em 15 mm; (C) tratamento endodôntico; (D) inclusão em resina acrílica; (E) remoção das raízes; (F) silicone fluido no alvéolo simulado; (G) simulação do ligamento periodontal; (H) corpo de prova; (I) desobstrução do conduto com broca Largo; (J) Grupo I: preparo do conduto com broca n. 4; (K) Grupo I: conduto preparado; (L) Grupo I: pino n. 4 cimentado; (M) Grupo II: preparo do conduto com broca n. 4 a 5 mm; (N) Grupo II: preparo do conduto com broca n. 2 a 10 mm; (O) Grupo II: conduto preparado; (P) Grupo II: pino modificado cimentado; (Q) pinos cimentados; (R) férula; (S) instalação da coroa de policarbonato; (T) canaleta palatina.

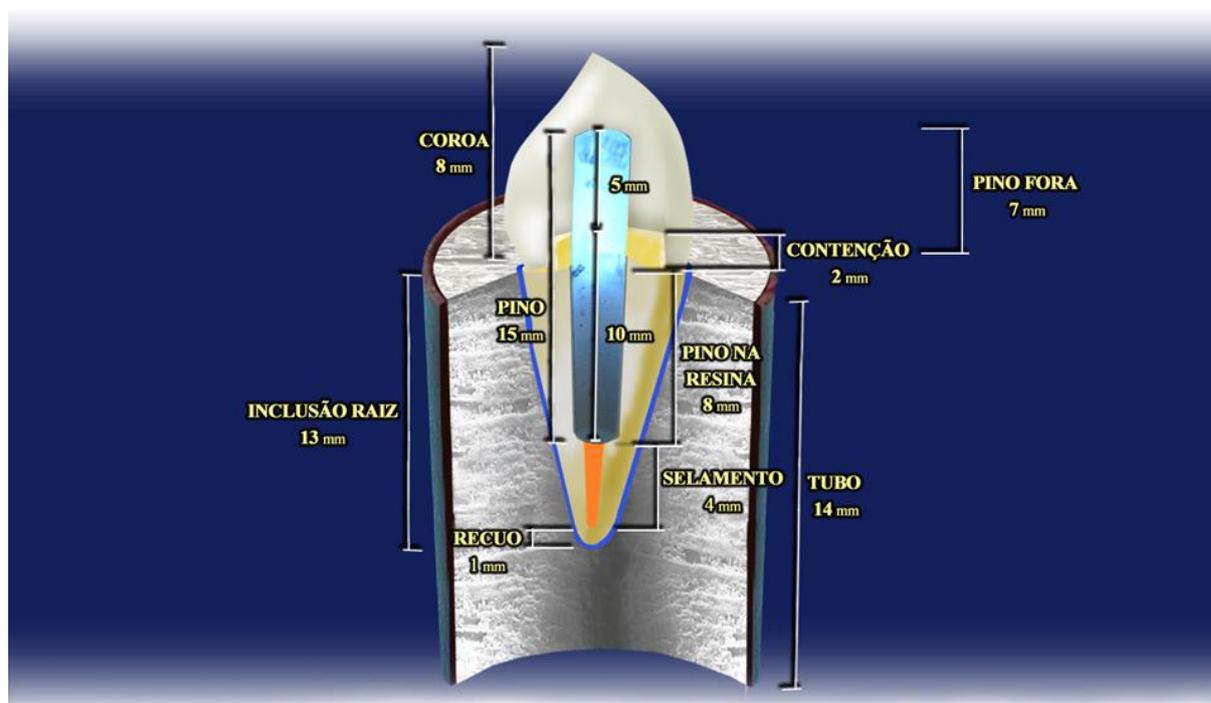


Figura 7 - Medidas utilizadas na fabricação dos corpos de prova

Os dentes foram armazenados em água a temperatura ambiente até o momento do teste de resistência à fratura, realizado com o auxílio de uma máquina universal de ensaios Instron modelo 5500 R (Instron).

Para que fosse possível reproduzir a posição natural de um dente ântero-superior sobre a ação da força de compressão durante a mastigação, os dentes foram posicionados com o longo eixo a 45 graus em relação ao plano horizontal. Para isto, foi utilizado um dispositivo especial em aço inox acoplado à base da máquina de ensaio universal, de forma que os conjuntos obtidos da inclusão dos corpos de prova nos cilindros de PVC pudessem ser devidamente posicionados. Tal dispositivo tem 5,0 cm de altura, 4,0 cm de largura e 4,0 cm de profundidade, contendo um plano inclinado de 45 graus em relação à sua base e, no centro uma cavidade cilíndrica de 20 mm de profundidade por 15 mm de diâmetro para o posicionamento dos corpos de prova (Figura 8).

O ensaio de resistência à fratura foi realizado a uma velocidade de 0,5mm/min, até o momento em que a força de fratura do dente ou do sistema de retenção intraradicular era registrada pelo sistema de leitura computadorizado das células de carga. A carga de 500 N foi aplicada com um cilindro metálico, no $\frac{1}{3}$ incisal da face palatina/lingual.

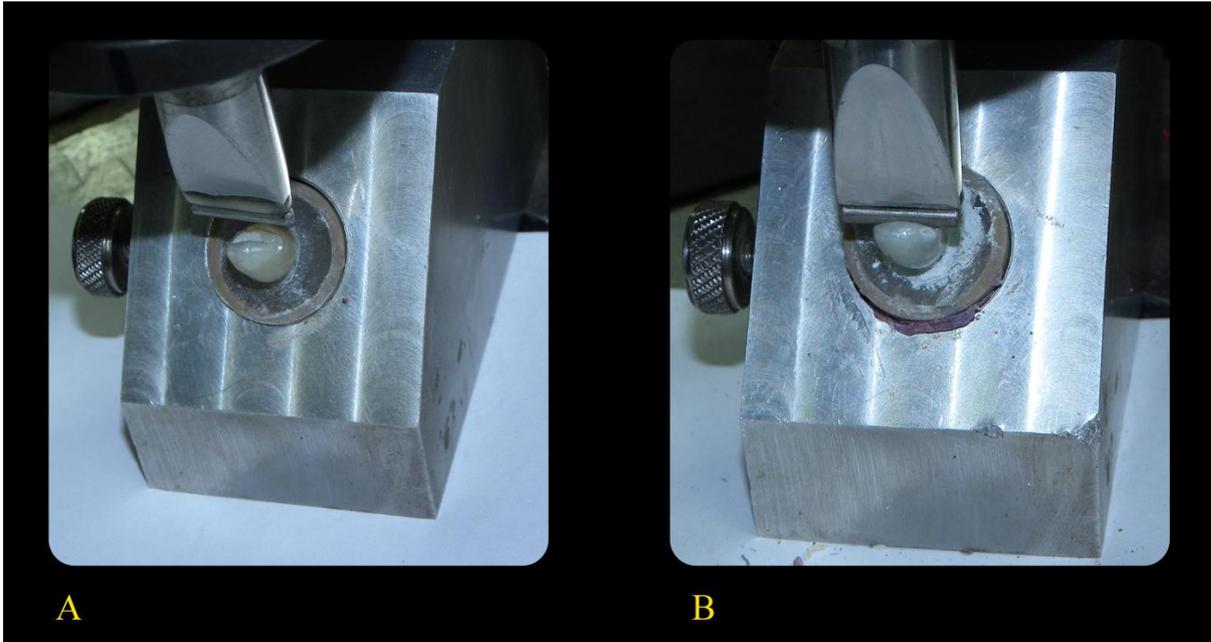


Figura 8 - Teste de compressão tangencial

Legenda: (A) corpo de prova antes da fratura; (B) corpo de prova após fratura.

Após o ensaio de compressão tangencial os dentes foram removidos do suporte de resina e avaliados visualmente quanto ao padrão de fratura. As fraturas foram classificadas em favoráveis ou desfavoráveis de acordo com o padrão sugerido por Heydecke, Butz e Strub (2001). Fraturas favoráveis são aquelas recuperáveis, acima do nível do osso simulado. Fraturas desfavoráveis são aquelas irrecuperáveis, não restauráveis, abaixo do nível do osso simulado (Figuras 9 e 10).



Figura 9 - Exemplos de fraturas favoráveis

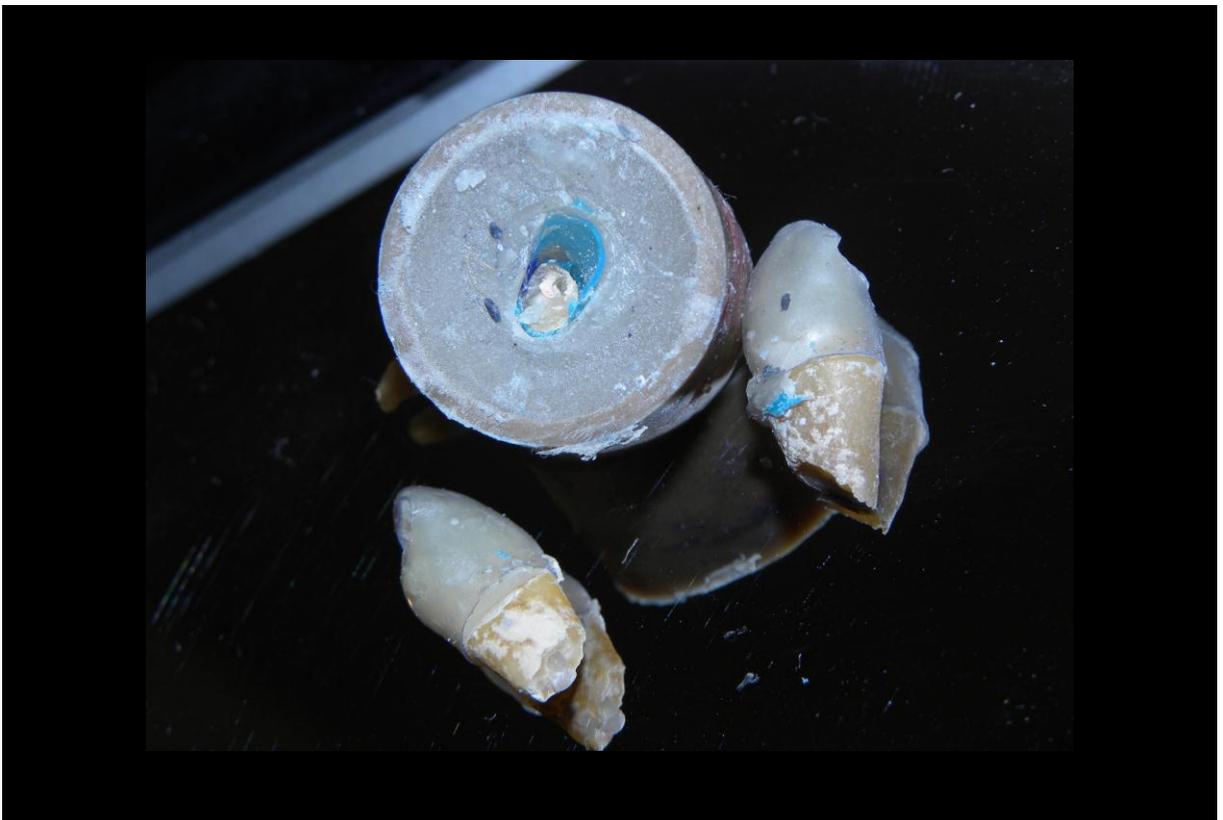


Figura 10 - Exemplos de fraturas desfavoráveis

4 RESULTADOS

Este estudo laboratorial procurou avaliar se a customização por desgaste do terço apical de pinos pré-fabricados em fibra de vidro seria capaz de danificá-los. A finalidade do desgaste é aumentar a adaptação do pino pré-fabricado de fibra de vidro ao remanescente dental sem a necessidade de desgaste do conduto.

Os resultados dos experimentos 2 e 3 foram tratados estatisticamente pelo programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, 2003), utilizando o teste de análise de variância (ANOVA), seguido dos testes de comparação múltipla Student Neuman–Keuls. Os tipos de fratura foram analisados por meio de escores. O nível de significância foi de $p \leq 0,05$ para determinar diferenças entre os grupos.

4.1 Experimento 1: análise da micromorfologia de pinos de fibra de vidro pré-fabricados submetidos a desgaste com 4 diferentes tipos de instrumentos

A análise dos pinos desgastados evidenciou diferentes alterações das fibras de vidro. De acordo com a Figura 11 (A, B, C e D), é perceptível a alteração superficial causada por diferentes tipos de instrumentos utilizados para o desgaste de pinos de fibra de vidro.

As imagens em microscopia eletrônica de varredura evidenciaram exposição lateral de algumas fibras de vidro nos Grupos A (controle), B (minitorno), C (ponta diamantada) e D (disco de lixa). As imagens dos pinos desgastados com pontas diamantadas, discos de lixa ou minitorno industrial são semelhantes entre si e em relação ao pino do grupo controle, (sem desgaste). Alterações mais importantes só foram vistas no Grupo E (alicate), onde houve desorganização e exposição total de feixes de fibras, além de linhas de fratura (Figura 11).

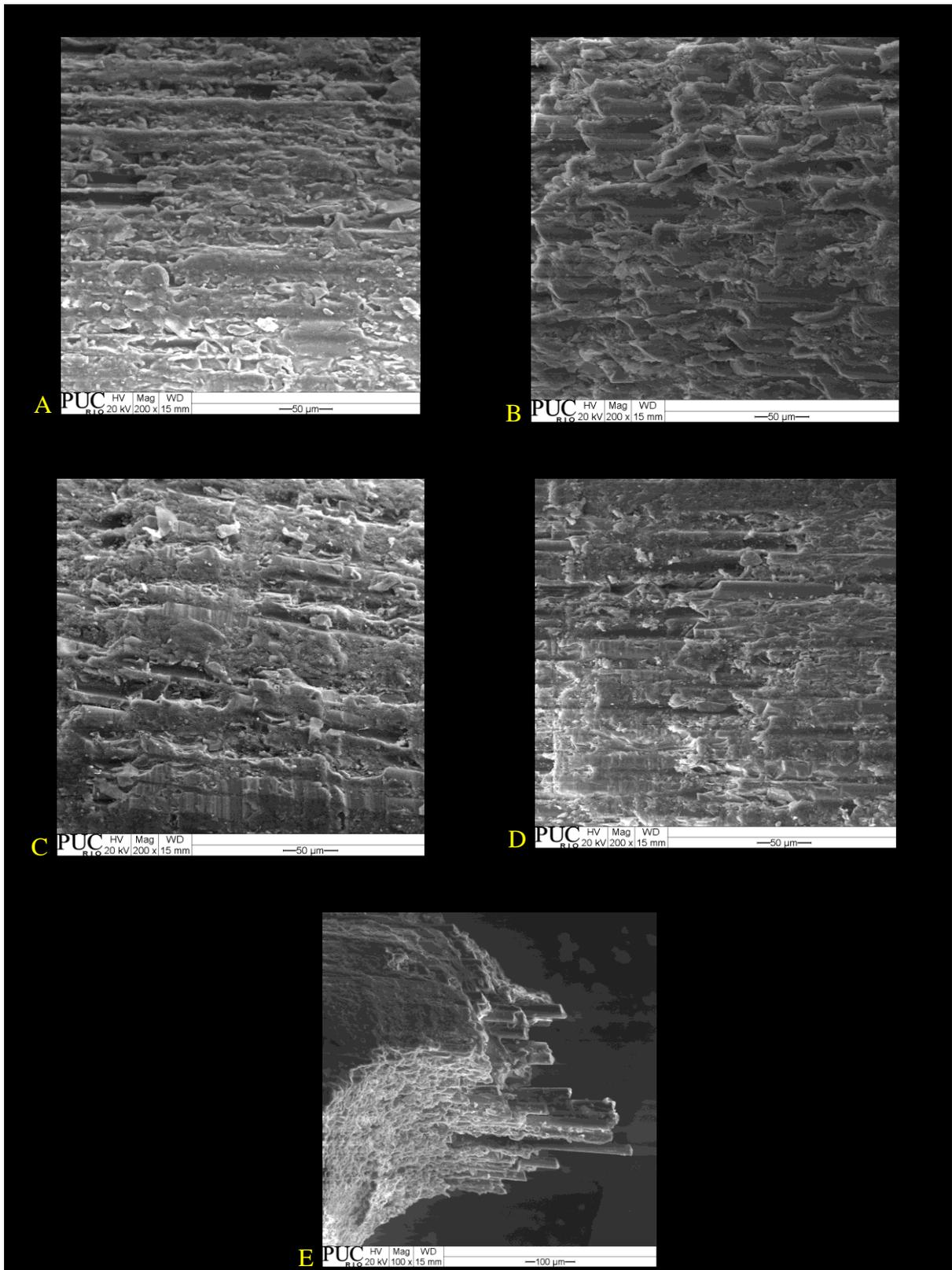


Figura 11 – Fotomicrografias dos pinos. 20 kV, alta voltagem (HV), magnificação (Mag) 100X, distância de trabalho (WD) 15mm

Legenda: (A) sem desgaste; (B) desgaste com minitorno; (C) desgaste com ponta diamantada; (D) desgaste com disco de lixa; (E) corte com alicate; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

4.2 Experimento 2: avaliação da resistência à flexão de pinos de fibra de vidro desgastados

A Tabela 1 contém as medidas estatísticas em Newtons dos seis grupos experimentais.

Tabela 1 - Média e desvio padrão do teste de resistência à flexão

Grupos	Média	Desvio Padrão
0 – pinos 0,5	58,40	6,40
1 – pinos 1	83,95	9,43
2- pinos 2	103,42	19,17
3- pinos 3	160,78	17,30
4- pinos 4	170,47	11,28
5- pinos modificados	106,35	21,96

Nota: ANOVA ($p \leq 0,05$); Medidas em Newtons.

Os valores de resistência à flexão foram submetidos à ANOVA, que evidenciou diferenças estatisticamente significantes ($p \leq 0,05$). Os dados foram tratados pelo teste de comparação múltipla de Student Newman-Keuls que identificou quatro conjuntos com comportamento homogêneo:

- a) Grupo 0 (pinos n. 0,5);
- b) Grupo 1 (pinos n. 1);
- c) Grupos 2 e 5 (pinos n. 2 e pinos modificados);
- d) Grupos 3 e 4 (pinos n. 3 e n. 4).

Com base nos resultados da Tabela 1, pode-se observar que o Grupo 0, correspondente aos pinos n. 0,5, obteve menor resistência à flexão, com carga média de 58,40 N. O Grupo 4, correspondente aos pinos n. 4, obteve maior resistência à flexão, com carga média de 170,47 N. O Grupo 5 corresponde aos pinos modificados (pino n. 4 com terço apical modificado para o diâmetro equivalente ao pino 2), e sua resistência à flexão foi maior que os Grupos 0 e 1, menor que os Grupos 3 e 4 e igual ao Grupo 2. Os Grupos 3 e 4 obtiveram valores de resistência à flexão semelhantes.

4.3 Experimento 3: avaliação da resistência à fratura de dentes humanos restaurados com pinos customizados por desgaste

A Tabela 2 contém as medidas estatísticas em Newtons dos dois grupos experimentais.

Tabela 2 - Média e desvio padrão da resistência à fratura

Grupo	Média	Desvio Padrão
1 – pinos intactos	303,02	62,21
2 – pinos customizados	402,81	131,97

Nota: ANOVA ($p \leq 0,05$); Medidas em Newtons.

Os resultados foram tratados estatisticamente por ANOVA ($p \leq 0,05$) que evidenciou que os Grupos 1 e 2 possuem comportamentos distintos. Com base nos resultados da Tabela 2 pode-se observar que os dentes restaurados com pinos customizados possuíram maiores valores de resistência à fratura.

Em relação ao padrão de fratura dos corpos de prova, elas foram classificadas como desfavoráveis (escore 0) e favoráveis (escore 10) e estão dispostas na Tabela 3.

Tabela 3 – Número de fraturas favoráveis e desfavoráveis

Grupo	Favoráveis	Desfavoráveis
1 – pinos intactos	5	5
2 – pinos customizados	4	6

Fonte: Heydecke, Butz e Strub (2001).

Os resultados foram tratados estatisticamente. O teste de Mann-Whitney, com $p \leq 0,05$ não evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os grupos. De acordo com a Tabela 4 ambos os grupos obtiveram padrão de fratura semelhante entre si.

Tabela 4 – Classificação das fraturas

Grupo	Posto Médio	Conclusão
1 – pinos intactos	10,0	Não distintos
2 – pinos customizados	11,0	

5 DISCUSSÃO

Dentes tratados endodonticamente costumam apresentar pouco remanescente coronário, devido a cáries, fraturas e perda de tecido dentinário durante o acesso endodôntico. Estudos afirmam que o fator mais importante para aumentar a longevidade de um dente endodonticamente tratado é quantidade de tecido dental remanescente (STANKIEWICZ; WILSON, 2002; STOCKTON; LAVELLE; SUZUKI, 1998), seja ele coronário (férula dental) ou intrarradicular (espessura da parede dentinária remanescente).

Outros estudos afirmam que sistemas pré-fabricados intrarradiculares devem se adaptar ao máximo às paredes do conduto, diminuindo a espessura do agente cimentante (BOUDRIAS; SAKKAL; PETROVA, 2001a). Como nem sempre um pino pré-fabricado se adapta satisfatoriamente às paredes radiculares, tentativas de ajustar o conduto ao pino podem perfurar ou fragilizar o remanescente. Ao contrário, a adaptação do pino ao conduto por customização por acréscimo ou desgaste parece uma alternativa mais conservadora.

Enquanto que a customização por acréscimo já foi alvo de vários estudos (BOUDRIAS; SAKKAL; PETROVA, 2011b; CLAVIJO et al., 2006; COSTA et al., 2011; LIU; DENG; WANG, 2010), há escassez na literatura científica sobre a influência da customização de pinos pré-fabricados de fibra de vidro por desgaste na resistência dos mesmos ou de dentes restaurados com eles (BOKSMAN et al., 2011).

Baseado nisto, este estudo teve como objetivo testar *in vitro* se a customização por desgaste da porção apical de pinos pré-fabricados em fibra de vidro seria capaz de danificá-los. O processo de desgaste poderia expor e alterar a micromorfologia das fibras embebidas na matriz de resina, diminuindo a resistência dos pinos.

Para isto, este estudo inicialmente comparou as alterações da micromorfologia dos pinos de fibra quando submetidos à ação de diversos tipos de instrumentos para desgaste e corte. Após, este estudo comparou a resistência à flexão de pinos pré-fabricados em fibra de vidro submetidos ou não a personalização por desgaste da porção apical com discos de lixa. Por fim, este trabalho avaliou a resistência de dentes humanos restaurados com retentores intrarradiculares de fibra de vidro desgastados ou intactos.

Todas as etapas desta pesquisa foram realizadas pelo mesmo operador, que obteve assistência de outros operadores somente durante o tratamento endodôntico dos corpos de prova do experimento 3, avaliação dos tipos de fratura do experimento 3 e operação do

microscópio eletrônico de varredura e máquina de ensaios universal. O objetivo disto foi padronizar os métodos e minimizar possíveis variações entre operadores.

O número de dez espécimes por grupo dos experimentos de avaliação da resistência à flexão e resistência à fratura foi calculado de forma a tornar possível uma avaliação estatística e está de acordo com diversos estudos (CLAVIJO, 2007; MARTELLI JÚNIOR, 2006; PEREIRA et al., 2005; POBBE et al., 2008; SEEFELD et al., 2007). O experimento 1 teve o propósito de ilustrar as alterações ocorridas nos pinos de fibra de vidro quando submetidos a desgaste com diversos instrumentos e auxiliar na escolha do instrumento para desgaste dos pinos dos experimentos 2 e 3. Por isto só foi utilizado um pino por grupo e não houve avaliação estatística.

5.1 Análise da micromorfologia e tipo de instrumento para desgaste

Ajustes no comprimento do pino antes e/ou após sua cimentação são frequentemente necessários para que o pino permaneça dentro do núcleo de preenchimento, e não altere a oclusão do dente ou fique exposto à cavidade oral (MANNOCCI; SHERRIFF; WATSON, 2001).

Todavia, enquanto que o desgaste vertical do pino é praticamente mandatário durante os procedimentos restauradores, seu ajuste lateral é mais uma opção para aumentar a adaptação do pino ao conduto.

A literatura científica já dispõe de estudos que analisaram a superfície de pinos após o desgaste no comprimento (GRANDINI; BALLERI; FERRARI, 2002) ou no diâmetro (GRANDE et al., 2009; PLOTINO et al., 2008).

Os resultados deste presente estudo revelaram diferenças na superfície do pino provocadas pelos diversos instrumentos utilizados para corte ou desgaste, e estão de acordo com avaliações de trabalhos anteriores (GRANDINI; BALLERI; FERRARI, 2002; PLOTINO et al., 2008).

A observação em microscópio eletrônico de varredura dos pinos desgastados mostrou que somente a remodelação com alicate é capaz de provocar danos na integridade dos pinos. Todos os outros instrumentos utilizados para desgaste promoveram uma superfície lisa, rica em debris e sem exposição total dos feixes de fibra de vidro. Estes achados coincidem com estudos anteriores (GRANDINI; BALLERI; FERRARI, 2002; PLOTINO et al., 2008). Ao

contrário dos instrumentos rotatórios, o alicate provoca desprendimento das fibras da matriz resinosa.

De acordo com Grandini, Balleri e Ferrari (2002), a perda de resistência que o corte com alicate provoca no pino é devido ao fato deste instrumento promover uma concentração de tensões na secção transversal do pino, separando as fibras ao longo do seu comprimento. Caso a opção seja pela utilização do disco de carborundum, o estudo indica que seja realizado acabamento subsequente com pontas diamantadas de granulação fina. Por este motivo, o presente estudo optou por não analisar este tipo de instrumento de corte e desgaste.

Os discos de lixa foram escolhidos para customização por desgaste dos pinos de fibra avaliados nos experimentos 2 e 3 pois eles são capazes de deixar a superfície do pino mais regular, evitando maiores danos às fibras de vidro. Outro fator importante na escolha dos discos de lixa foi a facilidade em padronizar o desgaste. Entretanto, outros autores preferem que o ajuste lateral dos pinos de fibra seja realizado com fresas (GRANDE; BUTTI; PLOTINO, 2006) ou pontas diamantadas em alta rotação (LIU; DENG; WANG, 2010).

As microscopias deste estudo revelaram que todos os pinos apresentam porosidades e falhas estruturais. Estudos prévios já observaram este fenômeno e o descreveram como natural (LASSILA et al., 2004; PLOTINO et al., 2008). Até o pino intacto pode apresentar exposição de fibras de vidro. De acordo com Mazzocato et al. (2006), porosidades nos pinos de fibra podem reduzir suas propriedades mecânicas.

Portanto, este estudo aceita a hipótese nula de que desgastes com pontas diamantadas em alta rotação ou discos de lixa produzem alterações aceitáveis na micromorfologia dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro estudados.

5.2 Teste de flexão de três pontos

O teste de flexão em três pontos foi escolhido para o teste de resistência do experimento 2 deste estudo seguindo a premissa definida em estudos anteriores de que ele é um método simples e que provê uma base de comparação de propriedades de flexão entre pinos de composições diversas (AMARAL 2010; MAZZOCATTO et al., 2006; SEEFELD et al., 2007).

De acordo com Amaral (2010), o teste de flexão de três pontos tem sido utilizado para determinação da resistência à flexão, módulo elástico e dureza de diversos tipos de materiais,

sendo a resistência à flexão a propriedade mais comumente aferida. Esta é determinada pela maior carga que o material suporta, e depende da configuração do corpo de prova.

Esta investigação, assim como a maioria dos estudos consultados, utilizou o teste de flexão de três pontos seguindo a normatização da ISO10477 (ISO, 2004), modificada em razão do comprimento dos pinos ser menor que 20 mm (AMARAL, 2010; CECCHIN et al., 2007; GRANDE et al., 2009; LASSILA et al., 2004; LE BELL-RÖNNLÖF, 2007; MAZZOCATO et al., 2006; NOVAIS et al., 2009). Esta norma é adequada para testar pinos de fibra de vidro. A modificação da distância entre apoios está presente na metodologia de outros estudos (CECCHIN et al., 2007). De acordo com Cecchin et al. (2007), embora o padrão ISO para o teste de resistência à flexão preconize uma distância de 20 mm entre as hastes da base metálica, esta distância deve ser diminuída caso os corpos de prova possuam comprimento inferior.

A ISO supracitada preconiza os seguintes parâmetros: distância entre apoios de 20 mm, velocidade de carregamento de 0,5 mm/min e apoios de 2mm. Respeitar estes parâmetros é de fundamental importância para possibilitar a comparação entre trabalhos e porque alterações na distância entre os suportes e diâmetro das espécies podem modificar valores, gerando erros sistemáticos (GRANDINI et al., 2005; LE BELL-RÖNNLÖF, 2007). Por esta razão, este experimento foi compatível com a ISO proposta e a distância entre apoios foi de 10 mm já que os pinos possuíam 15 mm de comprimento. O pino de fibra de vidro estudado neste experimento originalmente possuía 20 mm de comprimento, porém este foi reduzido a 15 mm para simular melhor a realidade clínica e para que todos os pinos testados mecanicamente nos experimentos 2 e 3 tivessem o mesmo comprimento e fossem submetidos ao mesmo desgaste vertical.

O teste estatístico Student Newman Keuls utilizado nesta investigação laboratorial revelou diferença estaticamente significativa entre valores de resistência à flexão de pinos intactos e customizados por desgaste. Este estudo também observou que quanto maior o diâmetro do pino maior sua resistência. Isto está de acordo com Le Bell-Rönnlöf (2007).

Os resultados indicam que quando um pino é desgastado, mesmo que somente no terço apical, sua resistência diminui, mas permanece aceitável, já que o valor da resistência do pino n. 4 desgastado foi maior que os dos n. 0,5 e 1. Esta conclusão diverge de outro estudo (GRANDE et al., 2009) que não observou alterações significativas na resistência à flexão de pinos modificados por desgaste com pontas diamantadas em baixa rotação.

Estudos clínicos indicam que pinos pré-fabricados de fibra de vidro raramente falham por fratura, dando suporte a afirmativa que a resistência à flexão dos pinos disponíveis no

marcado é suficiente, mesmo se tratando de pinos de menor diâmetro (MANNOCCI; SHERRIFF; WATSON, 2001).

A opção pelo desgaste dos pinos de fibra sem refrigeração de água se deu após estudos comprovarem que a umidade influencia negativamente as propriedades das fibras de vidro expostas (MANNOCCI, SHERRIFF; WATSON, 2001). Entretanto, o desgaste em alta rotação sem água poderia queimar e degradar as fibras de vidro. Portanto, esta presente investigação optou pelo desgaste sem água e em baixa rotação.

Tendo em vista os resultados deste estudo, a hipótese nula de que o desgaste apical de pinos pré-fabricados em fibra de vidro não altera sua resistência à flexão foi rejeitada. Todavia, apesar da resistência dos pinos diminuir após o seu desgaste, ela permanece aceitável.

5.3 Teste de compressão tangencial

A resistência à fratura e o tipo de fratura de sistemas retentores intrarradiculares são constantemente avaliados na literatura científica e são de extrema importância quando se compara diferentes tipos de pinos (SALAMEH et al., 2008).

Estudos recentes indicam que o teste de flexão em três pontos é capaz de avaliar as características estruturais dos pinos de fibra, porém isoladamente não é capaz de aproximar os resultados a realidade clínica (GRANDINI et al., 2005). Os resultados obtidos nos testes de flexão não significam, necessariamente, que os pinos de fibra possam ter ou não um bom desempenho clínico, visto que este também depende de uma série de outros fatores que devem ser avaliados e estudados em conjunto com estudos *in vitro* e clínicos (MAZZOCCATO et al., 2006). Ciente disto, o presente estudo também avaliou a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos desgastados em seu $\frac{1}{3}$ apical.

A utilização de dentes naturais em estudos *in vitro* simula de forma mais realística a situação clínica (AL-WAHADNI et al., 2008; SIDOLI; KING; SETCHELL, 1997). Entretanto, alguns autores relatam que estes tipos de estudos apresentam falta de padronização devido a diferenças anatômicas, natureza heterogênea do dente e presença de microtrincas na dentina (BIJELIC et al., 2011; BÜTTEL et al., 2009; LE BELL-RÖNNLÖF, 2007). De acordo com Kaiser et al. (2009), as razões que contribuem para a variabilidade ao se trabalhar com dentes naturais são: grau de calcificação dos dentes; variações na dimensão dos dentes;

no tamanho e localização dos condutos; variações na dentina (diferença no conteúdo de água, condições pulpares pré extração, idade do paciente e microfraturas); e influência do preparo manual dos espécimes. Os autores afirmam que esses fatores duplicam a realidade clínica.

Este estudo optou por utilizar dentes naturais e os problemas devido à variação anatômica foram minimizados através da escolha de dentes anatomicamente parecidos e com dimensões semelhantes, além de calcular o número de corpos de prova de forma a diminuir o desvio padrão. A avaliação visual excluiu dentes com trincas visíveis.

Esta investigação estudou pinos com comprimento de 15 mm em raízes de 15mm, respeitando o selamento apical de 5 mm, o que permitia ao pino seu assentamento em 10 mm da raiz. De forma a simular a realidade clínica e permitir a realização de uma férula de 2 mm o dente foi posicionado no tubo de PVC e incluído em resina acrílica para o ensaio de resistência à fratura a 13 mm. Desta maneira o comprimento do pino dentro da resina acrílica foi de 8 mm e o comprimento do pino fora da resina acrílica foi de 7 mm. Isto não foi uma limitação para o estudo e estas medidas estão de acordo com Isidor, Brondum e Ravnholt (1999) que analisaram 90 raízes restauradas com coroas metálicas, construídas sobre núcleos de preenchimento apoiados em pinos metálicos com comprimentos de 5 mm, 7,5 mm e 10 mm, e com férulas entre 0 e 2,5 mm. Os autores concluíram que o tamanho do pino não foi um fator fundamental na resistência dos dentes, e sim a férula. O estudo clínico de Garcia-Godoy e Ferrari (2010) confirma este resultado.

O teste de resistência à fratura de dentes restaurados com pinos seguiu a metodologia da maioria dos estudos atuais. Para o teste foi utilizado um dispositivo que posiciona o corpo de prova a 45 graus em relação à célula de carga, reproduzindo a posição natural de um dente ântero-superior sobre a ação da força de compressão durante a mastigação. A média dos valores encontrados indica que ambos os grupos testados possuíram valores de resistência à fratura aceitáveis. Estudos já demonstraram que a força máxima que um canino recebe durante função é de 26 Kgf ou 254,8 N (LYONS, 1990; PEREIRA et al., 2005), e neste estudo a média dos pinos do Grupo 1 foi 303,02 N e do Grupo 2 foi 402,81 N.

O grupo dos pinos modificados obteve maior resistência à fratura provavelmente pelos dentes apresentarem maior remanescente dental, mesmo o pino apresentando menor valor de resistência no experimento 2. Isto está de acordo com a maioria absoluta dos estudos que afirma que o fator mais importante no sucesso da restauração intrarradicular é a quantidade de remanescente dentário (BÜTTEL et al., 2009; GARCIA-GODOY; FERRARI, 2010; PEREIRA et al., 2005; SOUZA et al., 2007; STANKIEWICZ; WILSON, 2002). Portanto, a hipótese de que dentes restaurados com pinos pré-fabricados de fibra de vidro submetidos à

remodelação anatômica da porção apical possuem resistência à fratura semelhante a dentes restaurados com pinos intactos foi rejeitada.

O teste de compressão tangencial tem sido criticado por não corresponder fielmente à situação clínica. Uma carga cíclica poderia corresponder melhor à realidade, já que estudos afirmam que a fadiga é a maior causa de fratura radicular (BÜTTEL et al., 2009; FERRARI et al., 2005; LE BELL-RÖNNLÖF, 2007). Pode ser entendido que os grupos do experimento 3 deste estudo comportar-se-iam de forma diferente em testes de ciclagem mecânica, onde a adesão dos pinos à superfície radicular teria maior influência. Entretanto, a carga estática utilizada neste estudo é normalmente o primeiro passo para a avaliação de um novo material e é o teste mais empregado para conhecimento básico do comportamento e resistência à fratura de dentes restaurados com pinos (LE BELL-RÖNNLÖF, 2007).

A simulação do ligamento periodontal com silicone de condensação foi realizada neste estudo para se aproximar da condição *in vivo*, e é recomendada por diversos autores (BÜTTEL et al., 2009; SALAMEH et al., 2008). Porém, alguns estudos afirmam que esta simulação só é importante quando a ciclagem mecânica é realizada, e outros ainda desprezam esta etapa (KIVANÇ; ALAÇAM; GÖRGÜL, 2010; PEREIRA et al., 2005).

A opção por previamente tratar endodonticamente os corpos de prova está de acordo com inúmeros estudos (BÜTTEL et al., 2009; CLAVIJO, 2007; KAISER et al., 2009; KIVANÇ; ALAÇAM; GÖRGÜL, 2010; PADMANABHAN, 2010; PEREIRA, 2007; PEREIRA et al., 2005; RAMALHO et al., 2008; SALAMEH et al., 2008; VICHI; VANO; FERRARI, 2008). Uma minoria absoluta prefere apenas simular o tratamento endodôntico realizando somente um tamponamento de gutta percha (MARTELLI JÚNIOR, 2006), enquanto que outros experimentos dispensaram essa etapa, com a justificativa de diminuir o número de variantes (AMARAL, 2010; BIJELIC et al., 2011; HATTA et al., 2011; LE BELL-RÖNNLÖF, 2007).

Este estudo optou por tratar endodonticamente os dentes para simular melhor a situação clínica, e ciente da variação que isto oferece ao experimento, foi selecionado um agente cimentante autoadesivo, o que diminui as variáveis da cimentação adesiva dos pinos, como condicionamento ácido, lavagem e secagem do conduto e aplicação de sistemas adesivos multi frasco. Este tipo de cimento já foi alvo de inúmeros estudos e já é vastamente recomendado pela literatura científica para cimentação de pinos intrarradiculares (CANTORO et al., 2011; MAZZITELLI; MONTICELLI, 2009; SIMONETTI et al., 2007).

A opção por cimentar pinos com cimento resinoso está de acordo com a literatura científica atual. Büttel et al. (2009) afirmam que pinos pré-fabricados de fibra de vidro devem

ser cimentados adesivamente com cimentos resinosos, para que sua falta de adaptação perfeita não influencie negativamente na resistência do pino. Ohlmann et al. (2008) também recomendam que a cimentação de pinos de fibra seja realizada com cimentos resinosos. Assif e Bleicher (1986) e Hagge, Wong e Lindemuth (2002) afirmam que diferenças entre o espaço radicular e o pino não provocam perda nos valores de retenção quando um cimento resinoso é utilizado. De acordo com Bijelic et al. (2011), os cimentos resinosos possuem adesão ao pino de fibra e às paredes do conduto radicular, o que diminui as concentrações de tensões e necessidade de preparo retentivo do conduto radicular.

A restauração com coroas diretas de resina composta seguiu o recomendado por diversos estudos (KIVANÇ; ALAÇAM; GÖRGÜL, 2010; MANNOCCI et al., 2002; PEREIRA et al., 2005) que afirmaram que não há diferença estatisticamente significativa na taxa de sobrevivência entre pré-molares tratados endodonticamente e restaurados com pinos e restaurações diretas ou coroas.

A opção pela utilização de coroas diretas de resina composta ainda está de acordo com outros estudos recentes (HATTA et al., 2011; MANNOCCI et al., 2002). Büttel et al. (2009) usaram em sua metodologia coroas de resina direta, que são recomendadas como restauração definitiva por autores como Fokkinga et al. (2005). Creugers et al. (2005) também recomendam a restauração de dentes sem remanescente coronário com coroas de resina direta. Bonfante et al. (2008) e Kivanç, Alaçam e Görgül (2010) utilizaram a metodologia de reconstrução coronária com resina composta direta. Bijelic et al. (2011) justificaram a utilização de coroa de resina direta alegando que ela possui boa resistência adesiva, presa rápida e controlada, além de estética. Salameh et al. (2008) afirmaram que o tipo de material utilizado para fabricar a coroa não influencia na resistência à fratura.

Contrariamente ao presente trabalho, Bateman, Ricketts e Saunders (2003) consideram necessária a restauração com coroas indiretas alegando que a resistência à fratura e o modo de falha são diferentes de quando o dente só recebe núcleo de preenchimento.

Estudos indicam que a linha de cimentação é um fator importante para a perda de retenção de pinos de fibra de vidro cimentados adesivamente, já que grandes quantidades de cimento resinoso sofrem grande contração de polimerização. De acordo com Costa et al. (2011), o fator C de configuração cavitária dentro do conduto radicular é o pior possível. Aliado a isso, pinos com melhor adaptação diminuem a quantidade de bolhas ou falhas que comprometem a adesão por representar áreas fracas (GRANDE et al., 2009). Outrossim, camadas uniformes de cimento costumam apresentar menos falhas (GRANDE et al., 2009).

Estudos afirmam que as chances de falha adesiva aumentam a medida que a linha de cimentação aumenta e que a máxima adaptação do pino às paredes do conduto com uma linha de cimentação fina e uniforme é desejada (BÜTTEL et al., 2009; CONIGLIO et al., 2009; SCHMAGE et al., 2005). Porém o preparo dos condutos com brocas para adaptar a anatomia radicular à forma do pino gera vários riscos. A curvatura da raiz e sua seção transversal podem interferir no preparo dos condutos e provocar enfraquecimento da raiz ou até mesmo perfuração radicular.

De acordo com Büttel et al. (2009), quando o pino de fibra de vidro é cimentado adesivamente a falta de adaptação perfeita do pino às paredes do conduto não aumenta o risco de fratura do dente. Concordam ainda com essa afirmação Bonfante et al. (2008) ao afirmarem que vários autores destacaram a importância de uma adaptação adequada do pino ao conduto para melhor desempenho biomecânico da restauração, especialmente quando são utilizados cimentos não adesivos, como o fosfato de zinco, os quais proporcionam retenção pelo imbricamento micromecânico nas rugosidades das peças cimentadas.

Estudos atuais sobre anatomia radicular indicam que os pinos pré-fabricados costumam adaptar às porções média e apical do conduto, mas na porção cervical a adaptação não é tão favorável (BOUDRIAS; SAKKAL; PETROVA, 2001a). Isto pode ser um problema já que estudos pela metodologia de Elemento Finito afirmam que a concentração de tensões dentro do conduto radicular é justamente nessa região cervical. Diversos autores afirmam que a maior parte de fraturas de pinos de fibra ocorre na região cervical, incluindo a interface dente/material de preenchimento, devido à concentração de tensões na área cervical externa da raiz (COSTA et al., 2011).

Segundo a literatura consultada o aumento da contenção cervical de 1 mm para 1,5 mm não afeta a resistência à fratura de pinos de fibra, porém férulas de 2 mm são capazes de aumentar a resistência à fratura (BOKSMAN et al., 2011). Bijelic et al. (2011), Oliveira et al. (2008) e Tan et al. (2005) sugeriram que a férula pode aumentar significativamente a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Além de prevenir a fratura dental e do pino, a férula também previne contra deslocamento do retentor (PEREIRA et al., 2005). A revisão de literatura de Stankiewicz e Wilson (2002) concluiu que uma altura de férula de 2mm aumenta a resistência da raiz à fratura. Por estes motivos, a escolha deste presente estudo foi de manter uma férula de 2 mm ao redor de todo o remanescente coronário. Porém, a altura da férula deste presente estudo foi constante ao redor de todo o remanescente, e isto difere da realidade clínica, quando o término acompanha a anatomia gengival interproximal. Libman e Nicholls (1995) também observaram essa limitação em seu estudo.

A utilização de amostras com contenção cervical é justificada devido ao fato da férula ser considerada um dos fatores mais importantes na resistência de dentes tratados endodonticamente. Para Büttel et al. (2009), a férula pode dificultar a avaliação da resistência do pino, e por isto não foi executada. Segundo Costa et al. (2011), os fabricantes recomendam que haja estrutura coronária remanescente para que a restauração com pinos pré-fabricados seja indicada. Neste presente estudo foi realizada a ferulização, pois estudos contra indicam a utilização de pinos pré-fabricados sem a presença da contenção cervical (BIJELIC et al., 2011; PEREIRA, 2007; PEREIRA et al., 2005).

Em relação ao padrão de fratura, os resultados deste estudo estão de acordo com a maioria da literatura científica consultada. Uma explicação para a semelhança entre o padrão de fratura dos corpos de prova testados está no fato de que ambos foram restaurados com pinos confeccionados com o mesmo material, fibra de vidro, possuindo portanto o mesmo comportamento (CLAVIJO, 2007; MARTELLI JÚNIOR, 2006).

A vantagem da utilização da técnica proposta por este trabalho é primeiramente preservar estrutura dental sadia. Diversos estudos já confirmaram que a presença de estrutura remanescente é o fator mais importante para evitar fratura dental (MAZZOCCATO et al., 2006). Ao se modificar um pino para que ele se adapte ao conduto radicular as chances de falha adesiva diminuem graças à menor linha de cimentação, e a estrutura dental é preservada.

Os achados deste presente estudo indicam fortemente que o desgaste apical do pino de fibra de vidro pré-fabricado, quando necessário, pode ser realizado com discos de lixa, sem que isso prejudique a resistência dos pinos. A adaptação do pino ao conduto radicular preserva o remanescente radicular e evita seu enfraquecimento.

Este presente trabalho apresenta uma tendência clínica e sugere ao profissional que opte pelo desgaste dos pinos de fibra de vidro para aumentar sua adaptação ao remanescente dental, em detrimento do desgaste do conduto. Entretanto, investigações clínicas devem ser realizadas para dar suporte a esta hipótese.

6 CONCLUSÕES

Com base nos materiais testados e nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que:

- a) o desgaste de pinos pré-fabricados de fibra de vidro com pontas diamantadas ou com discos de lixa produz alterações micromorfológicas aceitáveis. O corte do pino com alicate parece danificar a estrutura dos pinos e deve ser evitado;
- b) a remodelação anatômica por desgaste da porção apical de pinos pré-fabricados de fibra de vidro diminui sua resistência à flexão, mas esta permanece aceitável;
- c) dentes restaurados com pinos pré-fabricados de fibra de vidro submetidos à remodelação anatômica da porção apical possuem resistência à fratura superior a dentes restaurados com pinos sem desgaste. A customização por desgaste facilita a adaptação do pino ao conduto radicular e preserva estrutura dental.

REFERÊNCIAS

- AL-WAHADNI, A.M.et al. Fracture resistance of teeth restored with different post systems: in vitro study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, v. 106, n. 2, p. 77-83, 2008.
- AMARAL, M. *Condicionamento da superfície de pinos de fibra de vidro: influência na resistência adesiva após ciclagem mecânica e na resistência à flexão dos pinos*. 2010. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) – Universidade Federal de Santa Maria, 2010.
- ASSIF, D.; BLEICHER, S. Retention of serrated endodontic posts with a composite luting agent: effect of cement thickness. *J. Prosthet. Dent.*, v. 56, n. 6, p. 689-691, 1986.
- BARABAN, D. J. A simplified method for making posts and cores. *J. Prosthet. Dent.*, v. 24, n. 3, p. 287–297, 1970.
- BARATIERI, L. N. et al. *Odontologia restauradora fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Livraria Santos, 2002.
- BATEMAN, G.; RICKETTS, D. N. J.; SAUNDERS, W. P. Fibre-based post systems: a review. *Br. Dent. J.*, v. 195, n. 1, p. 43-48, 2003.
- BENDER, I. B.; FREEDLAND, J. B. Adult root fracture. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 107, n. 1, p.413-419, 1983.
- BERGENHOLTZ, G.; BINDSLEV, P. H.; REIT, C. *Endodontia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- BIJELIC, J. et al. Fracture load of tooth restored with fiber post and experimental short fiber composite. *Open. Dent. J.*, v. 5, p. 58-65, 2011.
- BITTER, K. et al. A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *Int. Endod. J.*, v. 37, n. 12, p. 840-848, 2004.
- BOKSMAN, L. et al. Fiber post techniques for anatomical root variations. *Dent. Today*, v. 30, n. 5, p. 104-111, 2011.

BOLLA, M. et al. Root canal posts for the restoration of root filled teeth. *Cochrane Database Syst. Rev.*, Oxford, n. 4, p. 2-19, 2007.

BONFANTE, G. et al. Influência do grau de adaptação de pinos de fibras de vidro ao canal radicular na resistência à remoção por tração. *RFO UPF*, Passo Fundo, v. 13, n. 1, p. 48-54, 2008.

BOSCHIAN PEST, L. et al. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent. Mater.*, v. 18, n. 8, p. 596-602, 2002.

BOTTINO, M. A. et al. *Estética em reabilitação oral metal free*. São Paulo: Artes Médicas, 2001.

BOUDRIAS, P.; SAKKAL, S.; PETROVA, Y. Anatomical post design applied to quartz fiber/epoxy technology: a conservative approach. *Oral Health*, p. 9-16, Nov. 2001a.

BOUDRIAS, P.; SAKKAL, S.; PETROVA, Y. Anatomical post design meets quartz fiber technology: rationale and case report. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, v. 22, n. 4, p. 337-348, 2001b.

BOUILLAGUET, S. et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent. Mater.*, v. 19, n. 3, p. 199-205, 2003.

BURGESS, J. O.; ROBBINS, J. W.; SUMMIT, J. B. Pinos intracanaís, pinos e núcleos. *Dent. advis.*, v. 2, n. 1, p. 2-8, 1995.

BURGESS, J. O.; XU, X. Pinos intracanaís. *Dent. advis.*, v. 6, n. 5, p. 2-6, 1999.

BÜTTEL, L. et al. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int. Endod. J.*, v. 42, n. 1, p. 47-53, 2009.

CANTORO, A. et al. Retentive strength and sealing ability of new self-adhesive resin cements in fiber post luting. *Dent. Mater.*, v. 27, n. 10, p. 197-204, 2011.

CECCHIN, D. et al. Resistência à flexão de pinos de fibra de vidro, pinos de fibra de carbono recobertos por fibra de vidro e pinos de fibra de carbono. *RFO*, v. 12, n. 2, p. 42-45, 2007.

CHELEUX, N. The ellipson concept: an ultrasonic canal preparation combined with an oval fiber post. *Int. Dent. S. A.*, v. 10, n. 2, p. 68-73, 2008.

CLAVIJO, V. G. R. *Avaliação da resistência à fratura de raízes fragilizadas reabilitadas por diferentes técnicas de construção de núcleos intra-radiculares*. 2007. 120f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2007.

CLAVIJO, V. G. R. et al. Pinos anatômicos uma nova perspectiva clínica. *R. Dental Press Estet., Maringá*, v. 3, n. 3, p. 110-130, 2006.

COHEN, B. I. et al. Retention of a core material supported by three post head designs. *J. Prosthet. Dent.*, v. 83, n. 6, p. 624-628, 2000.

CONCEIÇÃO, E. N. et al. *Restaurações estéticas: compósitos, cerâmicas e implantes*. São Paulo: ArtMed, 2005.

CONIGLIO, I. et al. Post space debridement in oval-shaped canals: the use of a new ultrasonic tip with oval section. *J. Endod.*, v. 34, n. 6, p. 752-755, 2008.

CONIGLIO, I. et al. Push-out bond strength of circular and oval-shaped fiber posts. *Clin. Oral Invest.*, v. 15, n. 5, p.667-672, 2010.

CONIGLIO, I. et al. Resin cement thickness in oval-shaped canals: oval vs. circular fiber posts in combination with different tips/drills for post space preparation. *Am. J. Dent.*, v. 22, n. 5, p. 290-294, 2009.

COSTA, M. D. et al. Pino anatômico: relato de caso. *Rev. Dental Press Estet.*, v. 8, n. 4, p. 78-86, 2011.

CREUGERS, N. H. J. et al. A 5-year prospective clinical study on core restorations without covering crowns. *Int. J. Prosthodont.*, v. 18, n. 1, p. 40-41, 2005.

DAVIS, P. et al. Flexural strength of glass fibre-reinforced posts bonded to dual-cure composite resin cements. *Eur. J. Oral Sci.*, v. 118, n. 2, p. 197-201, 2010.

DEUTSCH, A. S. et al. Root fracture during prefabricated posts related to root size. *J. Prosthet. Dent.*, v. 53, n. 6, p. 786-789, 1985.

DURET, B.; REYNAUD, M.; DURET, F. New concept of coronoradicular reconstruction: the Composipost (1). *Chir. Dent. Fr.*, v. 60, p. 131-141, 1990.

FARIA-E-SILVA, A. L. et al. Effect of relining on fiber post retention to root canal. *J. Appl. Oral. Sci.*, v. 17, n. 6, p. 600-604, 2009.

FERRARI, M. et al. Fatigue resistance and structural integrity of fiber post: three-point bending test and SEM evaluation. *Int. Dent. S.A.*, v. 7, n. 1, p. 30-38, 2005.

FEUSER, L.; ARAÚJO, E.; ANDRADA, M. A. C. Pinos de fibra: escolha corretamente. *Arquivos em Odontologia*, v. 41, n.3, p.255-262, 2005.

FOKKINGA, W. A. et al. *Ex vivo* fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int. Endod. J.*, v. 38, n. 4, p. 230-237, 2005.

FREDRIKSSON, M. et al. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J. Prosthet. Dent.*, v. 80, n. 2, p. 151-157, 1998.

GALHANO, G. A. et al. Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz fiber-, and glass fiber-based posts. *J. Endod.*, v. 31, n. 3, p. 209-211, 2005.

GARCIA-GODOY, F.; FERRARI, M. Clinical trial of fiber posts luted with a self-adhesive cement. *Int. Dent. S. A.*, v. 12, n. 3, p. 14-20, 2010.

GENOVESE, K.; LAMBERTI, L.; PAPPALETTERE, C. Finite element analysis of a new customized composite post system for endodontically treated teeth. *J. Biomech.*, v. 38, n. 12, p. 2375-2389, 2005.

GIACHETTI, L. et al. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *J. Dent.*, v. 32, n. 8, p. 629-634, 2004.

GRANDE, N. M.; BUTTI, A.; PLOTINO, G. Adapting fiber-reinforced composite root canal posts for use in noncircular-shaped canals. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.*, v. 18, n. 8, p. 593-599, 2006.

GRANDE, N. M. et al. The effect of custom adaptation and span-diameter ratio on the flexural properties of fiber-reinforced composite posts. *J. Dent.*, v. 37, n. 5, p. 383-389, 2009.

GRANDINI, S.; BALLERI, P.; FERRARI, M. Scanning electron microscopic investigation of the surface of fiber posts after cutting. *J. Endod.*, v. 28, n. 8, p. 610-612, 2002.

GRANDINI, S. et al. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent. Mater.*, v. 21, n. 2, p. 75-82, 2005.

GRANDINI, S. et al. A one step procedure for luting glass fibre posts: an SEM evaluation. *Int. Endod. J.*, v. 37, n. 10, p. 679-686, 2004.

GUZY, G. E.; NICHOLLS, J. I. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J. Prosthet. Dent.*, v. 42, n. 1, p. 39-44, 1979.

HAGGE, M. S.; WONG, R. D. M.; LINDEMUTH, J. S. Effect of dowel space preparation and composite cement thickness on retention of a prefabricated dowel. *J. Prosthodont.*, v. 11, n. 1, p. 19-24, 2002.

HATTA, M. et al. High volume individual fibre post versus low volume fibre post: the fracture load of the restored tooth. *J. Dent.*, v. 39, n. 1, p. 65-71, 2011.

HEILMICH, M. N. *Retenção em canais amplos de núcleos confeccionados por diferentes técnicas com pinos fibro resinosos*. 2011. 120f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

HELVEY, G. A. Active fiber-based post-supported lithium disilicate restoration: a case study. *Inside Dentistry*, v. 5, n. 8, p. 54-60, 2009.

HEYDECKE, G.; BUTZ, F.; STRUB, J. R. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J. Prosthet. Dent.*, v. 29, n. 6, p. 427-433, 2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO10477: Dentistry: polymer-based crown and bridge materials*. Geneva, 2004.

ISIDOR, F.; BRONDUM, K.; RAVNHOLT, G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. *Int. J. Prosthodont.*, v. 12, n. 1, p. 78-82, 1999.

KAISER, O. B. et al. Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, reconstruídos com pinos de fibras de polietileno e com pinos biológicos. *RGO*, Porto Alegre, v. 57, n. 1, p.19-25, 2009.

KIVANÇ, B. H.; ALAÇAM, T.; GÖRGÜL, G. Fracture resistance of premolars with one remaining cavity wall restored using different techniques. *Dent. Mater. J.*, v. 29, n. 3, p. 262-267, 2010.

LASSILA, L. V. et al. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent. Mater.*, v. 20, n.1, p. 29-36, 2004.

LE BELL, A. M. et al. Bonding of fibre-reinforced composite post to root canal dentin. *J. Dent.*, v. 33, n. 7, p. 533-539, 2005.

LE BELL-RÖNNLÖF, A.M. *Fiber-reinforced composites as root canal posts*. 2007. 92f. Dissertation (Doctorate) – Institute of Dentistry, University of Turku, Turku, Finland, 2007.

LIBMAN, W. J.; NICHOLLS, J. I. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int. J. Prosthodont.*, v.8, n. 2, p. 155-161, 1995.

LIU, P.; DENG, X. L.; WANG, X. Z. Use of a CAD/CAM fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: a clinical report. *J. Prosthet. Dent.*, v. 103, n. 6, p. 330-333, 2010.

LYONS, M. F. A preliminary electromyographic study of biteforce and jaw-closing muscle fatigue in human subjects with advanced tooth wear. *J. Oral Rehab.*, v. 17, n. 4, p. 311-318, 1990.

MACCARI, P. C.; CONCEICAO, E. N.; NUNES, M. F. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *J. Esthet. Restor. Dent.*, v. 15, n. 1, p. 25-31, 2003.

MACCARI, P. C. et al. Fracture strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *J. Esthet. Restor. Dent.*, v. 19, n. 1, p. 30-36, 2007.

MANNOCCI, F. et al. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or direct composite restoration. *J. Prosthet. Dent.*, v. 88, n. 3, p. 297-301, 2002.

MANNOCCI, F. et al. Penetration of bonding resins into fibre-reinforced composite posts: a confocal microscopic study. *Int. Endod. J.*, v. 38, n. 1, p. 46-51, 2005.

MANNOCCI, F.; SHERRIFF, M.; WATSON, T. F. Three-point bending test of fiber posts. *J. Endod.*, v. 27, n. 12, p. 758-761, 2001.

MARTELLI JÚNIOR, H. *Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos de fibra de vidro acessórios*. 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2006.

MATTISON, G. D. Photoelastic stress analysis of cast-gold endodontic posts. *J. Prosthet. Dent.*, v. 48, n. 4, p. 407-411, 1982.

MAZZITELLI, C.; MONTICELLI, F. Evaluation of the push-out bond strength of self-adhesive resin cements to fiber posts. *Int. Dent. S. A.*, v. 11, n. 6, p. 54-60, 2009.

MAZZOCCATO, D. T. et al. Propriedades flexurais de pinos diretos metálico e não metálicos. *R. Dental Press Estet.*, Maringá, v. 3, n. 3, p. 30-45, 2006.

MONTICELLI, F. et al. A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. *J. Endod.*, v. 32, n. 1, p. 44-47, 2006.

MUNIZ, L. et al. *Reabilitação estética em dentes tratados endodonticamente: pinos de fibra e possibilidades clínicas conservadoras*. São Paulo: Santos, 2010.

MUNOZ, C.; LLENA, C.; FORNER, L. Oval fiber posts do not improve adaptation to oval-shaped canal walls. *J. Endod.*, v. 37, n. 10, p. 1386-1389, 2011.

NOVAIS, V. R. et al. Flexural modulus, flexural strength, and stiffness of fiber-reinforced posts. *Indian J. Dent. Res.*, v. 20, n. 3, p. 277-281, 2009.

OHLMANN, B. et al. The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of fiber-reinforced composite posts. *J. Dent.*, v. 36, n. 1, p. 87-92, 2008.

OLIVEIRA, A. et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth with different heights of crown ferrule restored with prefabricated carbon fiber post and composite resin core by intermittent loading. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontol.*, v. 106, n. 5, p. 52-57, 2008.

PADMANABHAN, P. A comparative evaluation of the fracture resistance of three different pre-fabricated posts in endodontically treated teeth: an *in vitro* study. *J. Conserv. Dent.*, v. 13, n. 3, p. 124-128, 2010.

PASQUALIN, F. H. *Avaliação da resistência à fratura de raízes portadoras de pinos metálicos fundidos e de fibra de vidro cilíndricos e cônicos*. 2007. 103f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2007.

PEREIRA, J. R. *Efeito do pino intra-radicular e da presença de férula na resistência de dentes tratados endodonticamente*. 2007. 153f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 2007.

PEREIRA, J. R. et al. Influence of the remaining coronal structure on the resistance of teeth with intra radicular retainer. *Braz. Dent. J.*, v. 16, n. 3, p. 197-201, 2005.

PIERRE Fauchard. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. 2011. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pierre_Fauchard - 09/10/2011>. Acesso em: 10 set. 2011.

PLOTINO, G. et al. Influence of surface remodelling using burs on the macro and micro surface morphology of anatomically formed fibre posts. *Int. Endod. J.*, v. 41, n. 4, p. 345-355, 2008.

POBBE, P. O. S. et al. Coronal resistance to fracture of endodontically treated teeth submitted to light-activated bleaching. *J. Dent.*, v. 36, n. 11, p. 935-939, 2008.

PORCIANI, P. F. et al. Fiber post fitting to canal anatomy: a review of the morphology and shape of root canal system. *Int. Dent. S. A.*, v. 10, n. 6, p. 52-58, 2007a.

PORCIANI, P.F. et al. The fit of two fiber posts into the root canal space enlarged with rotary NiTi files at four different levels. *Int. Dent. Australasian Ed.*, v. 6, n. 1, p. 46-54, 2007b.

QING, H. et al. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *J. Prosthet. Dent.*, v. 97, n. 2, p. 93-98, 2007.

RAMALHO, A. C. D. et al. Estudo comparativo da resistência radicular a fratura de dentes humanos em função do tipo de pino. *RFO*, v. 13, n. 3, p. 42-46, 2008.

RICKETTS, D. N. J.; TAIT, C. M. E.; HIGGINS, A. J. Tooth preparation for post-retained restorations. *Br. Dent. J.*, v. 198, n. 8, p. 463-471, 2005.

ROSEN, H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. *J. Prosthet. Dent.*, v. 11, n. 1, p. 973-986, 1961.

SALAMEH, Z. et al. Fracture resistance and failure pattern of endodontically-treated maxillary premolars restored with fiber-reinforced and cast posts and cores. *Int. Dent. S. A.*, v. 10, n. 1, p. 12-18, 2008.

SANTOS, A. F. V. et al. Can fiber posts increase root stresses and reduce fracture? *J. Dent. Res.*, v. 89, n. 6, p. 587-591, 2010.

SCHMAGE, P. et al. The fit of tapered posts in root canals luted with zinc phosphate cement: a histological study. *Dent. Mater.*, v. 21, n. 9, p. 787-793, 2005.

SEEFELD, F. et al. Resistance to fracture and structural characteristics of different fiber reinforced post systems. *Dent. Mater.*, v. 23, n. 3, p. 265-271, 2007.

SHILLINBURG, H. T.; KESSLER, J. C. *Restauração protética dos dentes tratados endodonticamente*. São Paulo: Quintessence, 1987.

SIDOLI, G. E.; KING, P. A.; SETCHELL, D. J. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J. Prosthet. Dent.*, v. 78, n. 1, p. 5-9, 1997.

SILVERSTEIN, W. H. The reinforcement of weakened pulpless teeth. *J. Prosthet. Dent.*, v. 14, n. 2, p. 372-381, 1964.

SIMONETTI, M. et al. Sealing ability and microscopic aspects of a self-adhesive resin cement used for fiber post luting into root canals. *Int. Dent. S. A.*, v. 8, n. 5, p. 24-30, 2007.

SORENSEN, J. A.; ENGELMAN, M. J. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *J. Prosthet. Dent.*, v. 64, n. 4, p. 419-424, 1990.

SORENSEN, J. A.; MARTINOFF, J. T. Clinically significant factors in dowel design. *J. Prosthet. Dent.*, v. 52, n. 1, p. 28-35, 1984.

SOUZA, E. M. et al. O papel da anatomia radicular na colocação de pinos pré-fabricados: uma visão endodôntica. *Rev. Gaúch. Odontol.*, v. 55, n. 1, p. 77-82, 2007.

STANKIEWICZ, N. R.; WILSON, P. R. The ferrule effect: a literature review. *Int. Endod. J.*, v. 35, n. 7, p. 575-581, 2002.

STATISTICAL package for the social sciences. Versão 12.0. Chicago: McGraw-Hill, 2003.
Programa de computador.

STERN, N.; HIRSHFELD, Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. *J. Prosthet. Dent.*, v. 30, n. 2, p. 162-165, 1973.

STOCKTON, L.; LAVELLE, C. L. B.; SUZUKI, M. Are posts mandatory for the restoration of endodontically treated teeth? *Dent. Traumatol.*, v. 14, n. 2, p. 59-63, 1998.

STOKES, A. Post crowns: a review. *Int. Endod. J.*, v. 20, n. 1, p. 1-7, 1987.

TAN, P. L. B. et al. In vitro fracture resistance of endodontically treated central incisors with varying ferrule heights and configurations. *J. Prosthet. Dent.*, v. 93, n. 4, p. 331-336, 2005.

TEIXEIRA, E. C. et al. An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 137, n. 7, p. 1006-1012, 2006.

UDDANWADIKER, R. V.; PADOLE, P. M.; ARYA, H. Effect of variation of root post in different layers of tooth: linear VS nonlinear finite element analysis. *J. Biosci. Bioeng.*, v. 104, n. 5, p. 363-370, 2007.

ULBRICH, N. L. *Avaliação biomecânica da distribuição de tensões em pinos pré-fabricados e em dentes anteriores reconstruídos com diferentes retentores intrarradiculares analisados pelo método dos elementos finitos*. 2005. 161f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VANO, M. et al. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int. Endod. J.*, v. 39, n. 1, p. 31-39, 2006.

VICHI, A. et al. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent. Mater.*, v. 18, n. 7, p. 495-502, 2002.

VICHI, A.; VANO, M.; FERRARI, M. The effect of different storage conditions and duration on the fracture strength of three types of translucent fiber posts. *Dent. Mater.*, v. 24, n. 6, p. 832-838, 2008.

ANEXO - Parecer do Comitê de Ética



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Rio de Janeiro, 28 de Setembro de 2011

Do: Comitê de Ética em Pesquisa

Prof.: Wille Oigman

Para: Aut. Ana Regina Cervantes Dias / Orient. Prof. Mauro Sayão de Miranda

Registro CEP/HUPE: 3079/2011 (este número deverá ser citado nas correspondências referentes ao projeto)

CAAE: 0219.0.228.000-11

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto, após avaliação, considerou o projeto, "AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE PINOS PRÉ-FABRICADOS DE FIBRA DE VIDRO CUSTOMIZADOS POR DESGASTE DA PORÇÃO APICAL" aprovado, encontrando-se este dentro dos padrões éticos da pesquisa em seres humanos, conforme Resolução n.º196 sobre pesquisa envolvendo seres humanos de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O pesquisador deverá informar ao Comitê de Ética qualquer acontecimento ocorrido no decorrer da pesquisa.

O Comitê de Ética solicita a V. S^a., que ao término da pesquisa encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto.

Prof. Wille Oigman
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
HUPE/UERJ