

**PAULO CESAR ARMANI MACCARI**

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM RAÍZES  
ENFRAQUECIDAS E RESTAURADOS COM TRÊS TIPOS DE PINOS  
INTRA-RADICULARES**

Porto Alegre

2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**PAULO CESAR ARMANI MACCARI**

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM RAÍZES  
ENFRAQUECIDAS E RESTAURADOS COM TRÊS TIPOS DE PINOS  
INTRA-RADICULARES**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, concentração em Prótese Dentária, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Rosemary Sadami Arai Shinkai

Porto Alegre

2005

### ***Dedico este trabalho***

*A Deus que sempre proporcionou os melhores caminhos para minha formação.*

*Aos meus pais Pedro e Leda que, com muito amor, contribuíram para minha educação, sendo exemplos de trabalho e honestidade.*

*A minha esposa Caroline e aos meus amados filhos João Pedro e Priscila que souberam compreender minha responsabilidade e, às vezes, minha apertada ausência, apoiando-me e incentivando-me para tornar possível minha formação profissional. Saibam que são um estímulo na minha caminhada pelo grande amor que vocês representam.*

*Aos meus familiares, em especial a minha irmã Elaine, que sempre me apoiaram para atingir meus objetivos.*

### ***Agradecimento Especial***

*À amiga, colega e professora Dra. Rosemary Sadami Arai Shinkai pela competência, dedicação ao ensino e à pesquisa, atenção a mim dispensada e por sua incansável paciência.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa do Diretor da Faculdade de Odontologia, Prof. Marcos Túlio Mazzini Carvalho.

À Professora Dra. Nilza Pereira da Costa, coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Odontologia, pela amizade, apoio e incentivo em todos os momentos.

Aos docentes do Curso de Doutorado, em especial aos professores da área de Prótese Dentária Eduardo Rolim Teixeira, Márcio Lima Grossi e Rosemary Sadami Arai Shinkai pela dedicação e ensinamentos transmitidos.

Aos professores João Miguel Messina da Cruz, Palmízio Nocchi e Paulo Bered pela importância dada a minha formação científica, pelo incentivo à carreira docente, pela amizade e pelo exemplo de seres humanos.

Ao Professor Leonel Severo, proprietário da Ceramodental, por disponibilizar parte do material para esta pesquisa e pelos materiais científicos.

Aos inúmeros colegas de todas as disciplinas do Curso de Doutorado em Prótese Dentária pela amizade, agradável convívio e apoio.

À Raquel, Secretária do consultório por sua ajuda, compreensão e preocupação na realização do trabalho.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação da FO-PUCRS Ana Lúcia, Davenir, Carlos e Marcos; da Secretaria de Graduação João, Ubaldino, Ronaldo, Felipe e Agenor sempre prestativos nos serviços burocráticos.

## RESUMO

Este trabalho avaliou, *in vitro*, a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, enfraquecidos por remoção de estrutura dentinária radicular e restaurados com três diferentes pinos intra-radulares: pinos de fibra de vidro (FRC Postec, Ivoclar, Vivadent), pinos de fibra de quartzo (D.T. Light Post, Bisco) e conjunto pinos/núcleos metálicos fundidos. Foram utilizados trinta dentes humanos unirradulares, extraídos, com dimensões semelhantes e sem defeitos estruturais visíveis. Suas coroas foram removidas abaixo da junção cimento-esmalte, deixando as raízes com comprimento padronizado de 17 mm. O tratamento endodôntico foi realizado através de técnica manual convencional; os canais foram desobturados e os preparos intra-radulares foram padronizados por alargamento com as brocas do sistema de pinos D.T. Light Post (nº 1 com 1,5 mm de diâmetro). As raízes foram deliberadamente enfraquecidas pela remoção de dentina dos condutos com uma broca diamantada tronco-cônica (4 mm de comprimento). As raízes preparadas foram aleatoriamente divididas em três grupos (n=10/grupo) conforme o tipo de pino a ser utilizado. Para o grupo dos pinos metálicos, a região intra-radicular foi modelada e fundida juntamente com os complementos coronários em liga de Níquel-Cromo formando uma peça única. Para a cimentação dos pinos foi utilizado o sistema adesivo Single Bond (3M) e o cimento resinoso Rely X (3M) de acordo com as recomendações do fabricante. Os complementos coronários para os grupos de pinos de fibra foram confeccionados com resina composta micro-híbrida (Tetric-Ceram, Ivoclar) através de coroas de poliéster pré-fabricadas com a forma padronizada pelos núcleos fundidos. Todos os dentes receberam coroas totais metálicas cimentadas com cimento de fosfato de zinco. As raízes foram revestidas com uma camada de poliéster simulando ligamento periodontal e foram embutidas em cilindros de resina acrílica autopolimerizável. Os corpos-de-prova foram fixados a um dispositivo metálico com ângulo de 45° para aplicação de uma carga compressiva na face palatina através de uma máquina de ensaio universal à velocidade de 0,5 mm/min, até o momento de algum tipo de ruptura, registrando, assim, a resistência à fratura. O tipo de falha após o ensaio mecânico foi classificado em reparável ou irreparável. Os resultados mostraram diferença estatística significativa entre os diferentes tipos de pinos (ANOVA e Teste de Tukey,  $\alpha=0,05$ ). Os dentes com pinos de fibra de vidro e fibra de quartzo apresentaram resistência à fratura inferior aos dentes com pinos metálicos, mas todas as falhas foram

reparáveis. Em sete dos dez corpos-de-prova com pino metálico houve fraturas irreparáveis.

**Palavras-chave:** pinos intra-radiculares, pino de fibra, resistência à fratura.

## ABSTRACT

This *in vitro* study evaluated the fracture strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with three different post systems: glass fiber (FRC Postec, Ivoclar, Vivadent), quartz fiber (D.T. Light Post, Bisco), and cast-on posts. Thirty human extracted uniradicular teeth with similar dimensions and no visible structural defects were selected and had their crowns removed below the cemento-enamel junction to provide roots with a standardized length of 17 mm. Endodontic treatment was performed by conventional manual technique; gutta-percha was removed, and the root canals were enlarged with burs of the D.T. Light Post kit (n° 1, 1.5 mm-diameter). The roots were weakened by removing root canal dentin with a tapered diamond stone with 4 mm-length. The prepared roots were randomly divided into three groups (n=10/group) according to the post system. For the metallic post group, post and core were cast in a single piece in Nickel-Chrome alloy. All posts were cemented with the adhesive system Single Bond (3M) and the resin cement Rely X (3M) according to the manufacturer's directions. For the fiber posts groups, cores were built with composite resin (Tetric-Ceram, Ivoclar) using polyester molds with standardized shape. All teeth received metallic crowns luted with zinc phosphate cement. Roots were covered by a thin layer of polyester impression material to simulate periodontal ligament, and they were embedded in self-cured acrylic resin. The specimens were submitted to the fracture resistance testing by application of a compressive load at an angle of 45 degrees on the lingual face at a crosshead speed of 0.5 mm/min until failure. The failure mode after mechanical testing was classified as reparable or catastrophic. Results indicated statistically significant differences in relation to the post systems (ANOVA and Tukey's test,  $\alpha=0.05$ ). Teeth restored with quartz and glass fiber posts showed lower fracture strength than teeth with metallic cast posts, but all failures were reparable. Seven out of ten specimens with metallic cast posts and cores had catastrophic fractures.

**Key-words:** intraradicular post, fiber post, fracture strength

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - A. Alargamento do conduto (enfraquecimento da raiz); B. Raízes enfraquecidas pela remoção de dentina intra-radicular..... 77
- Figura 2 - A. Modelagem para fundição de pino e núcleo metálico (Grupo C); B. Pino e núcleo metálico fundido usado para confecção de matrizes ocas de poliéster; C. Pino de fibra cimentado; D. Confecção do complemento coronário de resina composta sobre o pino de fibra usando a matriz oca de poliéster (Grupos A e B)..... 81
- Figura 3 - A. Dentes com coroas metálicas cimentadas sobre os pinos/núcleos; B. Inclusão da raiz com espaçador de cera em cilindro de resina acrílica; C. Preenchimento do espaço deixado pela cera com poliéter; D. Simulação de ligamento periodontal com poliéter..... 83
- Figura 4 - A. Dispositivo metálico usado para padronização do ensaio mecânico e ponta aplicadora de carga; B. Ensaio mecânico..... 84
- Figura 5 - Gráfico das médias de força máxima de ruptura (N) dos grupos Pino metálico, Pino de fibra de vidro e Pino de fibra de quartzo (n=10/grupo)..... 87

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Estatística descritiva da força máxima de ruptura (N) para os grupos Pino metálico, Pino de fibra de vidro e Pino de fibra de quartzo (n=10/grupo).....87
- Tabela 2 - Análise de Variância univariada para a variável dependente força máxima de ruptura (N) em função do tipo de pino (metálico, fibra de vidro, fibra de quartzo). .....88
- Tabela 3 - Comparação, duas a duas, das médias de força máxima de ruptura (N) entre os grupos Pino metálico, Pino de fibra de vidro e Pino de fibra de quartzo (n=10/grupo).....89
- Tabela 4 - Frequência do modo de falha após o ensaio mecânico (n=10/grupo)....89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

#	-	Número
%	-	Porcentagem
<	-	Menor
=	-	Igual
>	-	Maior
®	-	Marca registrada
°	-	Graus
°C	-	Graus Celsius
µm	-	Micrometro
cm	-	Centímetro
cm/min	-	Centímetro por minuto
mm/min	-	Milímetro por minuto
Bis-GMA	-	Bisfenol Glicidil Metacrilato A
DP	-	Desvio-padrão
et al.	-	E outros
FEA 3D	-	Análise de Elemento Finito Tridimensional
G1	-	Grupo um
G2	-	Grupo dois
G3	-	Grupo três
G4	-	Grupo quatro
G5	-	Grupo cinco
G6	-	Grupo seis
G7	-	Grupo sete
G8	-	Grupo oito
GPa	-	Gigapascal
HL	-	Haste longa
Hz	-	Hertz
kg	-	Quilograma
kgf	-	Quilograma-força
MEF	-	Método do Elemento Finito
MEV	-	Microscopia Eletrônica de Varredura
min	-	Minuto
mL	-	Mililitro
mm	-	Milímetro

MPa	-	Megapascal
mW/cm <sup>2</sup>	-	Mili-Watts por centímetro quadrado
N	-	Newton
n°	-	Número
psi	-	Libra por polegada ao quadrado
RDIZ	-	Zona de interfusão entre resina e dentina
X	-	Versus
$\sigma_y$	-	Tensão normal na direção y
$\alpha$	-	Alfa, nível de significância

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>74</b>
4.1 SELEÇÃO DOS DENTES .....	74
4.2 TRATAMENTO ENDODÔNTICO .....	75
4.3 PREPARO DOS CANAIS E CONFECÇÃO DAS PORÇÕES CORONÁRIAS .....	76
4.4 SIMULAÇÃO DE LIGAMENTO PERIODONTAL E OBTENÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA .....	81
4.5 ENSAIO MECÂNICO .....	83
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	85
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>86</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>90</b>
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	<b>97</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>98</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>106</b>
ANEXO A .....	106
ANEXO B .....	107
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>1088</b>
APÊNDICE 1 .....	108
APÊNDICE 2 .....	109

## 1 INTRODUÇÃO

A restauração de dentes tratados endodonticamente é um desafio constante para os cirurgiões-dentistas. Devido à remoção do órgão pulpar, há modificações físico-mecânicas na estrutura dental, tais como alteração de resistência à compressão, dureza e módulo de elasticidade da dentina, devido à perda de umidade do dente após o tratamento endodôntico, o que levaria a uma maior possibilidade de ocorrência de fraturas dentais (DURET; REYNAUD; DURET, 1990). Há também uma perda considerável de estrutura dentária mineralizada com a instrumentação do canal radicular, podendo deixar o dente mais frágil (FREEDMAN, 1996).

Atualmente, há diversas alternativas para a restauração de dentes tratados endodonticamente com o uso de pinos e núcleos diretos ou indiretos. É difícil decidir qual o melhor plano de tratamento com perspectiva de maior longevidade clínica. Para Duret, Reynaud e Duret (1990) o pino intra-radicular ideal seria aquele que tivesse forma similar ao volume dentinário perdido, possuísse propriedades mecânicas idênticas às da dentina, não ocorresse ruptura do material na reconstrução e exigisse o mínimo desgaste da estrutura dental.

Há anos, os pinos metálicos fundidos e cimentados com cimentos não-adesivos como o cimento de fosfato de zinco, são utilizados para a restauração de dentes tratados endodonticamente e com perda de estrutura coronária. No entanto, esses pinos apresentam algumas desvantagens: relativamente grande remoção de tecido dentinário, falta de retenção do agente cimentante, possibilidade de corrosão, alta transmissão de estresse à estrutura dental, dificuldade de remoção, longo tempo de trabalho e custos laboratoriais elevados (BURGESS; ROBBINS; SUMMIT, 1995; PURTON ; PAYNE, 1996; DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998; FREEDRIKSSON et al., 1998; MANNOCCI; VICHI; FERRARI, 1998; BURGESS; XU, 1999). Além disso, possuem módulo de elasticidade maior que a estrutura dentária (FREEDMAN, 1996; ISIDOR; ÖDMAN; BRØNDUM,1996). A aplicação de pinos metálicos diretos (pré-fabricados) possibilita a simplificação da técnica restauradora em uma única sessão clínica. Porém, por serem na sua maioria rosqueados, estes pinos induzem tensões na porção radicular durante a etapa de cimentação, podendo ocasionar trincas (CAPUTO; STANDLEE, 1976).

Devido aos problemas associados aos pinos metálicos fundidos ou pré-fabricados, pinos diretos compostos por materiais não-metálicos e cimentados com cimento resinoso têm sido cada vez mais utilizados. Os primeiros pinos diretos não-metálicos lançados no mercado foram os pinos de fibra de carbono (DURET; REYNAUD; DURET, 1990) que apresentam biocompatibilidade com a estrutura dentária, resistência à corrosão e à fratura (FREEDMAN, 1996; PURTON; PAYNE, 1996; TORBJÖRNER et al., 1996; STOCKTON; WILLIAMS, 1999). Seu módulo de elasticidade é de 21 GPa e quase idêntico ao da dentina (18 GPa) (DIETSCHI; ROMELLI; GORETTI, 1997; BACHICHA et al., 1998; FREDRIKSSON et al., 1998), causando menos estresse ao dente e reduzindo a possibilidade de fratura radicular

(DURET; REYNAUD; DURET, 1990; TORBJÖRNER et al., 1996; COHEN et al., 1999; MANNOCCI, 1999a). Também permitem remoção no caso de retratamento endodôntico (ALBUQUERQUE et al., 1998; CHRISTENSEN, 1998) e a possibilidade de colocação em uma única sessão clínica. Além dos pinos de fibra de carbono, foram desenvolvidos pinos que possuem a mesma constituição básica de fibras de carbono, porém revestidos com uma camada mineral de coloração branca (quartzo) – são os pinos de fibra de carbono-quartzo que apresentam a melhor estética (BURGESS; XU, 1999; MANNOCCI; FERRARI; WATSON, 1999).

Há também pinos estéticos compostos somente por partículas de quartzo (60% de volume) e resina epóxi (40% de volume) (DUKE, 2002; BROWN; HICKS, 2003) como os pinos Aestheti-Plus (Bisco) e D.T. Light-Post (Bisco). Esses pinos de fibra de quartzo apresentam baixo módulo de elasticidade, reduzindo a incidência de fraturas radiculares quando comparados aos pinos metálicos (BOUDRIAS; SAKKAL; PETROVA, 2001; MONTICELLI et al., 2003; FOKKINGA et al., 2004). Os pinos D.T. Light-Post (Bisco) possuem capacidade de transmissão intra-radicular de luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador, facilitando a polimerização dos cimentos resinosos (DUKE, 2002), além de possuírem alto grau de resistência à fratura (AKKAYAN; GÜLMEZ, 2002; GRANDINI et al., 2005). Os pinos D.T. Light-Post apresentam formato paralelo, levemente cônico no ápice e com três diâmetros diferentes (1,5 mm, 1,8 mm e 2,2 mm).

Outro pino direto estético é o pino de fibra de vidro como o FRC Postec (Ivoclar, Vivadent) que apresenta conformação cônica e diâmetros de 1,5 mm ou 1,8 mm. Assim como os pinos de fibra de quartzo, também possuem a capacidade de transmitir luz intracanal facilitando o processo de cimentação (FERRARI et al.,

2001). São fáceis de serem ajustados ao conduto radicular (comprimento e diâmetro) (GRANDINI; BALLERI; FERRARI, 2002), possuem baixo módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (NASH, 1998; FRIEDLER; LEINFELDER, 1999), além de serem resistentes e estéticos (BURGESS; XU, 1999; CAVINA et al., 2000; MONTICELLI et al., 2003; GRANDINI et al., 2005). A superfície texturizada dos pinos de fibra de vidro tem a intenção de aumentar a retenção mecânica do sistema pino-núcleo-dente (MOSSO, 1999; GESI et al., 2003).

Estes pinos diretos e com coloração "clara" seriam interessantes para favorecer o resultado estético da restauração final em determinados casos clínicos na região anterior. Como a odontologia restauradora atualmente busca realizar procedimentos adesivos que permitam máxima preservação tecidual, maior praticidade e qualidade estética, os pinos diretos estéticos vêm sendo cada vez mais utilizados. Apesar disso, é importante avaliar seu comportamento biomecânico para minimizar a possibilidade de ocorrência de fraturas radiculares após a restauração. Os procedimentos clínicos se tornam mais críticos quando há pouco remanescente dentinário radicular devido à perda de estrutura por cárie dental ou por remoção inadequada de um pino pré-existente. Alguns autores acreditam que os pinos intra-radulares não fortalecem os dentes tratados endodonticamente e somente são necessários para permitir a retenção das restaurações (CAPUTO; STANDLEE, 1976; CHRISTENSEN, 1998). Torna-se relevante, portanto, verificar o comportamento biomecânico dos pinos intra-radulares não apenas em condições radiculares ótimas, mas também quando as raízes apresentam-se enfraquecidas por perda de estrutura dental.

A hipótese deste trabalho é que há modificação da resistência à fratura de dentes unirradiculares, tratados endodonticamente e enfraquecidos pelo alargamento do canal radicular, quando os dentes são restaurados com diferentes tipos de pinos intra-radiculares e reforço da estrutura dental remanescente.

## 2 PROPOSIÇÃO

Este trabalho teve por objetivo avaliar, *in vitro*, a resistência à fratura de dentes anteriores superiores humanos (incisivos centrais e caninos), extraídos, tratados endodonticamente e com enfraquecimento da raiz pelo desgaste adicional de tecido dentinário, os quais foram restaurados com três tipos de pinos intra-radulares associados a coroas totais metálicas.

Os objetivos específicos foram:

1. comparar a força máxima de ruptura dos dentes restaurados com pinos intra-radulares metálicos, pinos de fibra de quartzo e pinos de fibra de vidro;
2. classificar o tipo de falha após o ensaio mecânico em falha reparável ou irreparável.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Shillingburg, Fisher e Dewhirst (1970) indicaram a confecção de núcleos metálicos fundidos para dentes sem remanescente coronário, tanto em dentes unirradiculares como multiradulares, aproveitando a raiz mais volumosa. O comprimento intra-canal ideal para os pinos seria de  $2/3$  a  $3/4$  do comprimento da raiz e, quando esta profundidade não pudesse ser obtida, o pino deveria ter, pelo menos, o comprimento da coroa clínica do dente a ser restaurado. Salientaram também que devem ser deixados pelo menos 3 mm de material obturador, aquém do ápice radicular, para prevenir o deslocamento deste e subsequente infiltração. Afirmaram que nem todos os dentes tratados endodonticamente podem receber núcleos metálicos fundidos em função de canais atrésicos e curtos ou acentuadamente divergentes. Para esses dentes, os autores apresentaram como alternativa aos núcleos metálicos fundidos a confecção de núcleo de preenchimento com amálgama, no qual os pinos são retidos por pinos intradentinários como forma de conseguir suporte adequado para restaurações metálicas fundidas.

Caputo e Standlee (1976), numa revisão literária sobre o emprego de pinos intra-radulares em reconstruções dentárias, afirmaram que estes possibilitam a reconstrução de maneira adequada de dentes com estrutura destruída. Relataram

que os pinos intradentinários e intra-radiculares resistem às forças de deslocamento durante função e parafunção do sistema estomatognático, mas não reforçam as restaurações de amálgama ou de resina composta. Os pinos rosqueados ou retidos por fricção em dentina não devem ser utilizados em dentes tratados endodonticamente devido ao maior risco de trincas que eles proporcionam. Os autores descreveram também que os pinos paralelos intra-radiculares possuem uma configuração que propicia melhora na retenção e melhor distribuição de forças ao longo da raiz, e que a retenção dos pinos depende de parâmetros como configuração do canal, comprimento, técnica de inserção, quantidade de pinos e o tipo de material cimentante empregado.

Kantor e Pines (1977) relataram várias técnicas para reforçar e/ou reconstruir dentes despulpados, dentre as quais a confecção de núcleos fundidos em ouro, núcleos de resina composta reforçada com pinos intra-radiculares do tipo Parapost (Whaledent) e dentes sem núcleo. Em dentes unirradiculares recém-extraídos foram executadas as três técnicas relatadas utilizando como controle um dente hígido. Esses dentes foram preparados para coroa total, sendo posteriormente montados em um ângulo de 45° em uma máquina de ensaio universal para a medida da resistência à fratura. Os autores concluíram que um dente despulpado com coroa dentária preservada deve ser reforçado antes da restauração com um simples pino cimentado dentro do canal radicular, pois tal procedimento pode dobrar a resistência à fratura do dente. Em dentes sem estrutura coronária, os pinos intra-radiculares devem ser associados a núcleos de resina composta, amálgama ou ouro para substituir a estrutura dentária perdida. Afirmaram que somente o núcleo de ouro pode ser recomendado em tratamentos protéticos e/ou periodontais complexos, onde restaurações cimentadas temporariamente devem ser removidas e cimentadas

novamente. Núcleos de resina composta podem ser bem sucedidos nos casos de restaurações unitárias que não servirão de suporte para prótese fixa.

Perez Moll, Howe e Svare (1978) avaliaram a resistência à fratura de dentes reconstruídos com núcleo metálico fundido e compósito retido por pinos intraradiculares, quando cargas de compressão similares à mastigação foram aplicadas. Dentes anteriores tiveram suas coroas anatômicas removidas a 1mm da junção cimento-esmalte e foram divididos em 2 grupos. O grupo 1 recebeu núcleos metálicos fundidos e no grupo 2 os dentes foram restaurados com compósito associado a pinos metálicos auto-rosqueáveis (Flexi-Post, EDS) retidos na dentina. As coroas metálicas foram cimentadas com fosfato de zinco. Cada amostra foi incluída em um anel metálico, com gesso, mantendo a porção coronária exposta e com o longo eixo do dente inclinado em 45° em relação à carga de compressão aplicada por uma máquina de ensaio universal Instron, com velocidade de 3mm/min, até a ruptura dos corpos-de-prova. Os dentes restaurados com compósito associado a pinos metálicos auto-rosqueáveis foram pelo menos 4 vezes mais resistentes à fratura em relação aos pinos metálicos fundidos.

Assif et al. (1989) utilizaram um modelo fotoelástico para examinar a influência de diferentes tipos de restaurações em dentes endodonticamente tratados, estudando como as forças aplicadas à superfície oclusal foram dispersas para as estruturas de suporte dos dentes. Pré-molares hígidos foram tratados endodonticamente e divididos em 4 grupos: A) dente com obturação do canal; B) dente com obturação do canal e coberto com coroa total; C) dente com pino metálico e núcleos de resina composta; D) dente com pino metálico fundido e coroa total. Os dentes foram montados em um material fotoelástico e fotografados no campo de luz

polarizada. Os autores relataram que um pino metálico tem um módulo de elasticidade maior que a estrutura dental com potencial de fraturar a raiz. Constataram que o dente deve ser restaurado com um material que possua módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que pode ser obtido com resinas compostas, as quais também possuem alta resistência ao cisalhamento.

Para Duret, Reynaud e Duret (1990) o ideal na reconstrução de dentes tratados endodonticamente seria uma restauração com as seguintes características: propriedades mecânicas idênticas às da dentina e forma idêntica ao volume perdido para que não haja ruptura da reconstrução. Na necessidade de um pino intraradicular, sua forma deveria ser mais ajustada a cada canal para haver transmissão de esforços homogêneos em relação à superfície radicular. Os autores apresentaram uma nova alternativa de pinos intra-radulares constituídos por fibra de carbono envoltos por uma matriz de Bis-GMA. Afirmaram que os pinos pré-fabricados de metal são mais resistentes, mas apresentam alto risco de fratura radicular devido ao seu elevado módulo de elasticidade que é dez vezes maior que o da dentina. Salientaram também que os pinos de fibra de carbono (Composipost, RTD) têm valores de cisalhamento de 170 MPa devido ao alto conteúdo de fibras de carbono (64%), sendo muito semelhante ao da dentina, podem se unir à estrutura dental e ao material de preenchimento, além de possibilitarem o retratamento endodôntico quando necessário.

McDonald, King e Setchell (1990) avaliaram a resistência à fratura dental comparando três diferentes métodos de reconstrução de 45 incisivos inferiores tratados endodonticamente. As coroas tinham apenas a abertura endodôntica, estando preservada a maior parte da estrutura coronária. Os dentes foram divididos

em três grupos (n=15/grupo). No grupo 1, não foi removida a guta-percha e os dentes foram restaurados apenas com resina composta P-30 (3M Dental Products). Nos demais grupos, houve a remoção da guta-percha, mantendo-se 5mm para o selamento apical e colocados os pinos pré-fabricados na porção intra-radicular. No grupo 2, foram colocados pinos de aço inoxidável (Parapost, Whaledent) e no grupo 3, pinos de fibra de carbono (CFRC, Dunlop Medical Products). Os dentes foram restaurados com a resina composta P-30, 3M. Os corpos-de-prova foram embutidos em resina acrílica até o limite de 1 mm da união esmalte-cimento, sendo submetidos a uma carga perpendicular até a fratura sob uma angulação de 90° em relação ao longo eixo do dente. Não houve diferença significativa entre os três grupos testados.

King e Setchell (1990) compararam a resistência à fratura e as falhas que ocorrem em pinos de fibra de carbono e pinos metálicos pré-fabricados, com diferentes complementos coronários, quando coroas totais metálicas de ouro foram cimentadas. Quatro grupos de 10 dentes cada (incisivos centrais superiores e caninos inferiores) foram divididos em: grupo A, dentes restaurados com pinos Parapost (Whaledent) com 1,5 mm de diâmetro, combinados com núcleos metálicos fundidos em ouro tipo III e cimentados com fosfato de zinco; grupo B, dentes com pinos de fibra de carbono (CFRC) com 1,5 mm de diâmetro, associados a complementos coronários de ouro tipo III, cimentados com cimento resinoso (Conclude, 3M) e sistema adesivo (Scotchbond, 3M); grupo C, dentes com pinos de fibra de carbono com 1,5 mm de diâmetro, associados com complementos coronários de resina P-30 (3M) e cimentados com cimento resinoso Conclude (3M) e sistema adesivo (Scotchbond, 3M); grupo D, dentes com pinos Parapost (Whaledent) com 1,5 mm de diâmetro, combinados com complemento coronário de resina P-30 e

cimentados com os mesmos cimento resinoso e sistema adesivo dos grupos anteriores. Os dentes foram restaurados com coroas totais metálicas de ouro e testados sob compressão na máquina de ensaio universal Instron à velocidade de 5 mm/min, em um ângulo de 130° até a fratura dental. Não houve diferença estatística significativa de resistência à fratura entre os grupos testados. As coroas do grupo C apresentaram falhas na interface pino/resina composta e os tratados com pinos de fibra de carbono tiveram resultados mais favoráveis em relação à estrutura dentária quando comparados às reconstruções com pinos metálicos.

Lui (1994) mediu a profundidade de polimerização de resina compostas fotoativadas quando pinos plásticos de transmissão de luz (Luminex, Dentatus) foram colocados dentro de canais radiculares simulados e comparou com métodos convencionais de polimerização. Seis pinos com diâmetros diferentes (1.05 mm, 1.20mm, 1.35mm, 1.50mm, 1.65mm e 1.80mm) foram investigados usando resina composta (Prisma APH, LD Caulk) que foram injetadas dentro dos canais. Os pinos plásticos foram colocados dentro dos canais juntamente com a resina seguindo-se a fotopolimerização. Quanto maior o diâmetro do pino utilizado, maior foi a profundidade de polimerização, exceto entre os pinos 1.35 mm e 1.50 mm de diâmetro que não tiveram diferenças significantes entre si. O autor relatou que a profundidade de polimerização pode exceder 11 mm com esses pinos que transmitem luz dentro do canal radicular.

Burgess, Robbins e Summit (1995) afirmaram que os pinos intra-radulares promovem resistência e retenção para o dente suportar uma restauração coronária definitiva, mas não aumentam a resistência da raiz e podem até enfraquecê-la devido a preparos inadequados. Os pinos podem ser divididos em duas categorias:

1- moldados e fundidos e 2- pré-fabricados. Os pinos moldados e fundidos apresentam melhor adaptação, maior rigidez e espessura de cimento uniforme, porém eles são mais dispendiosos, pois requerem procedimentos laboratoriais, consomem maior tempo para confecção e são indicados em canais excessivamente expulsivos e elípticos e para realinhamento da parte coronária do dente. Os pré-fabricados são indicados na maioria dos casos clínicos. Os autores sugerem, para uma confecção rápida e econômica, pinos intracanal passivos pré-fabricados como Parapost e Parapost-plus (Coltene/Whaledent).

Anooshiravani e Nathanson (1996) relataram um novo conceito restaurador de dentes tratados endodonticamente, utilizando pinos plásticos com transmissão de luz (Luminex, Dentatus), associados a resinas compostas fotopolimerizáveis. Verificaram capacidade de transmissão da luz desses pinos para polimerizar a resina composta dentro do canal. Noventa dentes anteriores tiveram suas coroas seccionadas na junção cimento-esmalte e em todas as raízes foi realizado tratamento endodôntico. Cada canal foi alargado tendo um formato de funil. A dentina intracanal foi tratada com adesivos dentinários correspondentes para cada resina utilizada: 1- TPH (Caulk); 2- Z-100 (3M); 3- Tetric (Vivadent). As resinas foram inseridas em cada canal e pinos lisos plásticos com 1.2mm de diâmetro foram posicionados em uma profundidade de 10mm; a luz fotopolimerizadora foi aplicada sobre os pinos. Os grupos testados foram: pinos não plásticos (controle) fotopolimerizados durante 60 e 120 segundos; pinos plásticos lisos fotopolimerizados durante 60, 120 e 180 segundos; pinos plásticos lisos polimerizados durante 10 segundos, seguidos por ranhuras nos pinos e fotopolimerizados por mais 50 segundos. Os dentes foram incluídos em resina epóxi e seccionados longitudinalmente para que os compósitos fossem analisados a cada

0.5 mm desde a parte mais coronal até o nível apical da raiz. Os resultados mostraram que os pinos lisos produziram uma profundidade de polimerização entre 5.5 e 6.5 mm, enquanto que a combinação pinos lisos/ranhuras produziram uma profundidade de 8 mm.

Freedman (1996) estudou as características dos pinos de fibra de carbono (Composipost, Biodent) que são constituídos por fibras de carbono de 8  $\mu$ m de diâmetro, paralelamente alinhadas ao longo eixo do pino e imersas numa matriz de resina epóxi. A matriz de Bis-GMA representa 36% do pino em peso e a interface, com as fibras de carbono, assegura ótima coesão dos componentes do sistema, melhorando, assim, as propriedades físicas do material. A estrutura interna deste sistema tende a absorver o estresse gerado na porção coronária e redirecionar as cargas ao longo eixo da raiz. O autor citou que os pinos de fibra de carbono transmitem apenas 63% do estresse gerado pelos pinos de titânio, bem como cerca de um terço dos de níquel-cromo. Afirma que o módulo de elasticidade dos núcleos metálicos fundidos pode ser dez vezes maior que o da dentina natural; isto gera estresse na interface dente-cimento-pino, ocasionando separação do pino e fratura de raiz. Já os pinos de fibra de carbono têm um módulo de elasticidade muito similar à dentina, diminuindo o estresse e, conseqüentemente, absorvem ou dissipam vários esforços aplicados ao dente.

Isidor, Ödman e Brondüm (1996) avaliaram a resistência à fratura em dentes bovinos que foram restaurados com pinos de fibra de carbono. Quatorze dentes bovinos, com comprimento e diâmetro semelhantes, foram montados em blocos de resina acrílica tendo ligamento periodontal artificial de silicona. O espaço para os pinos foi preparado usando duas fresas provendo uma profundidade de preparo de

8,5mm. Os pinos de fibra de carbono (Composipost, RTD) foram cimentados com cimento resinoso (Sticky Post, Recherches Techniques Dentaires), sendo confeccionado o núcleo de preenchimento com resina composta autopolimerizável (Resilient, Recherches Techniques Dentaires). Uma coroa metálica em ouro foi cimentada com fosfato de zinco (DeTrey Zinc, Dentsply) em cada preparo. Em uma máquina de ensaio universal, cada corpo-de-prova recebeu uma carga de 250 N sob um ângulo de 45° ao longo eixo do dente, a uma frequência de duas cargas por segundo, até que os corpos-de-prova fraturassem. Os autores compararam os resultados desse estudo com outros, seguindo a mesma metodologia, onde eles usaram pinos pré-fabricados metálicos (Parapost, Whaledent) e núcleos fundidos. O índice de falhas dos pinos de fibra de carbono foi significativamente mais baixo que dos pinos metálicos. Nenhum dos pinos de fibra de carbono fraturou, enquanto que 85% dos dentes restaurados com pinos pré-fabricados metálicos e restaurados com núcleos fundidos fraturaram.

Purton e Payne (1996) compararam a resistência à tração e ao cisalhamento de pinos de fibra de carbono (Composipost, RTD) e pinos de aço inoxidável (Parapost, Whaledent) usando testes em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 10 mm/min. Os pinos de fibra de carbono foram mais resistentes que os metálicos nos testes de cisalhamento, o que permitiria menor desgaste intraradicular, além das vantagens de alta resistência à fratura e resistência à corrosão. Os autores salientaram que os pinos de fibra de carbono reforçados com resina composta apresentam propriedades que recomendam o seu emprego na construção de núcleos de preenchimento.

Torbjörner et al. (1996) compararam as propriedades mecânicas dos pinos de fibra de carbono (Composipost, RTD) com os pinos de aço inoxidável (Parapost, Whaledent). A resistência flexural foi medida em três pontos de carga, após os pinos de fibra de carbono terem sido armazenados em ambiente seco ou em água. A força de união dos pinos Composipost foi medida com e sem termociclagem. Os valores obtidos para o módulo flexural e a força flexural para os pinos de carbono estocados em ambiente seco foram, respectivamente, 82,6 GPa e 1154,65 MPa que são similares aos valores encontrados para os pinos de aço inoxidável (Parapost), 83,7 GPa e 1099,9 MPa. Os valores flexurais dos pinos de carbono diminuíram significativamente após a estocagem em água e após a termociclagem.

Dietschi, Romelli e Goretti (1997) investigaram, *in vitro*, as diferentes interfaces em restaurações adesivas com alguns sistemas de pinos e núcleos de preenchimento após testes de fadiga. Quarenta incisivos e caninos superiores humanos extraídos foram colocados em solução salina a 4°C e aleatoriamente divididos em cinco grupos: G1 - pinos cônicos metálicos de titânio (Komet ER, Brasseler); G2 - pinos cônicos metálicos de titânio (Ceramic, Dentsply); G3 - pinos cilíndricos de zircônio experimental (Dentsply); G4 - pinos de lados paralelos de fibras de carbono (Composipost, RTD); G5 - pinos experimentais de fibras reforçados por resina epóxi (Resilient, RTD). Os dentes foram tratados endodonticamente e obturados com cimento sem eugenol (Sealapex, Kerr). As coroas foram seccionadas na junção cimento-esmalte. Os pinos dos grupos 1, 2, 3 e 5 foram cimentadas com cimento resinoso Panavia 21 (Kuraray) e os núcleos de preenchimento feitos com resina híbrida autopolimerizável (Ti-Core). Os pinos do grupo 4 foram cimentados com cimento resinoso Sealbond Cement (RTD), e os núcleos de preenchimentos feitos por um compósito autopolimerizável (Resilient,

RTD). Cada espécime foi montado no aparelho de fadiga mecânica e foi submetido a uma carga com inclinação de 45°. Todas as amostras foram submetidas a 250.000 ciclos térmicos, com imersão alternada de banhos de água de 5°C a 55°C. Após as ciclagens mecânica (ensaio de fadiga) e térmica, os espécimes foram incluídos em resina epóxi e seccionados para análise em MEV. Entre os cinco pinos testados, o pino Komet ER (G1) apresentou a maior continuidade entre a interface radicular e a coroa, embora as amostras desse grupo apresentassem fraturas radiculares. Os pinos cerâmicos (G3) obtiveram uma influência adversa na adaptação pino-núcleo à dentina, provavelmente devido à alta rigidez. Os pinos de fibra de carbono (G4) tiveram propriedades mecânicas mais próximas às da dentina.

Fox e Gutteridge (1997) compararam a microinfiltração coronal ao redor de pinos e núcleos fundidos e pré-fabricados e examinaram o selamento de coroas com pino temporário. Trinta dentes unirradiculares humanos foram tratados endodonticamente e divididos em 3 grupos (n=10/grupo): (I) pinos e núcleos fundidos e cimentados com fosfato de zinco; (II) pinos pré-fabricados e munhões de resina cimentados com cimento resinoso; (III) coroas com pinos temporários cimentados com um cimento temporário de óxido de zinco eugenol. Os dentes foram termociclados e colocados em tinta indiana por uma semana antes de serem desmineralizados e diafanizados. A penetração de tinta ao redor dos pinos foi medida linearmente na região coronária. Os pinos fundidos e munhões (pinos pré-fabricados e resina composta) produziram bom selamento, mas a infiltração foi significativamente grande com as coroas de pinos temporários ( $P < 0,05$ ). Não houve diferença significativa de microinfiltração ao redor dos pinos e núcleos fundidos cimentados com fosfato de zinco e ao redor de pinos pré-fabricados e resinas compostas cimentados com cimento resinoso.

Sidoli, King e Setchell (1997) compararam quatro modos de restauração de dentes tratados endodonticamente. Quarenta incisivos centrais e caninos unirradiculares foram divididos randomicamente em quatro grupos (n=10/grupo): G1 - pinos de fibra de carbono Composipost (RTD) e resina composta Resilient (RTD); G2 - pinos pré-fabricados de aço inoxidável (Parapost, Whaledent) e resina composta; G3 - núcleo metálico fundido em ouro (Truecast Hard); G4 - dentes tratados endodonticamente sem nenhum sistema de reconstrução intra-radicular. Os dentes foram embutidos em resina acrílica, 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte e as coroas dos grupos 1, 2 e 3 foram removidas a 1mm da junção cimento-esmalte. Para G1, os canais foram preparados com as brocas do fabricante e os pinos de fibra de carbono foram seccionados coronariamente a 5 mm da margem dentária e cimentados com resina; a coroa foi preenchida com resina composta. Após 24h, as porções coronárias foram preparadas com 3 graus de conicidade e altura constante. Os canais do G2 foram preparados com 10 mm de profundidade e 1,5 mm de diâmetro, sendo os pinos pré-fabricados de aço inoxidável Parapost cimentados e preenchidos coronariamente como em G1. Os corpos-de-prova de G3 foram idênticos ao G2, porém fundidos em ouro tipo III e cimentados com fosfato de zinco. Todos os corpos-de-prova receberam coroas tipo *venner* cimentadas com fosfato de zinco. Após duas semanas de imersão em água destilada, os grupos foram testados numa máquina de ensaio universal aplicando-se carga de compressão num ângulo de 130° a 5 mm/min. Os dentes foram classificados quanto ao tipo de falha. Os corpos-de-prova de G4 foram diferentes estatisticamente dos demais grupos e G1 e G3 foram diferentes entre si. O sistema de pinos de fibra de carbono Composipost foi menos resistente que G3, mas seu modo de fratura foi mais favorável ao remanescente de estrutura dental. Os dentes tratados

endodonticamente e sem pinos intra-radiculares (G4) foram mais resistentes à carga de compressão. Os pinos de fibra de carbono tiveram maior percentual de falhas reparáveis.

Albuquerque, Dutra e Vasconcelos (1998) relataram um caso clínico onde descreveram a técnica de reconstrução de um incisivo central superior com pinos de fibra de carbono C-Post (Bisco), associado com núcleos de preenchimento com resina composta reforçada com titânio Ti-Core (Essential Dental System) e, por fim, confecção de coroas de porcelana pura. Entre as vantagens desses pinos de fibra de carbono citaram: adesão à estrutura dental e ao material de preenchimento, módulo de elasticidade próximo ao do dente natural, resistência à corrosão e facilidade de remoção quando houver necessidade. Entre as desvantagens deste tipo de pino, eles destacaram radiolucidez, cor escura e alto preço.

Bachicha et al. (1998) mediram a microinfiltração de pinos de aço inoxidável e de pinos de fibra de carbono cimentados com fosfato de zinco (FZ) (Fleck's, Mizzy) e ionômero de vidro (IV) (Fuji-I, GC America) como cimentos não adesivos à dentina; Panavia 21 (P21) (Kuraray) e C&B Metabond (CB) (Parkell) como cimentos resinosos com união à dentina. Foram usadas raízes de 120 dentes unirradiculares humanos, tratadas endodonticamente. Os grupos foram: 3 grupos-controle positivos – canais sem pinos ou cimentos, pinos inoxidáveis (Denovo, Unitek) sem cimento, pinos de fibra de carbono (Endo-Composiposts) sem cimento; grupo-controle negativo - cianoacrilato (Zapit) cimentado nos canais sem pinos. Os oito grupos experimentais foram: G1 - pinos inoxidáveis cimentados com FZ; G2 - pinos de fibra de carbono cimentados com FZ; G3 - Pinos inoxidáveis cimentados com IV; G4 - pinos de fibra de carbono cimentados com IV; G5 - pinos inoxidáveis cimentados

com P21; G6 - pinos de fibra de carbono cimentados com P21; G7 - pinos inoxidáveis cimentados com CB; G8 - pinos de fibra de carbono cimentados com CB. A microinfiltração foi medida usando 15 psi de pressão na penetração do fluido. Não houve diferença na microinfiltração entre os pinos inoxidáveis e os pinos de fibra de carbono. Os resultados mostraram que ambos os pinos cimentados com cimentos resinosos exibiram menos microinfiltração do que os pinos cimentados com ionômero de vidro ou fosfato de zinco.

Carlini (1998) avaliou a capacidade de pinos intra-radulares de reforçar dentes anteriores enfraquecidos. Oitenta incisivos centrais superiores foram divididos em oito grupos experimentais: G1 - dentes com duas cristas marginais debilitadas restaurados com sistema adesivo e compósito; G2 – dentes com duas cristas marginais debilitadas restaurados com pino intra-radicular metálico paralelo, cimentados com sistema adesivo, cimento resinoso e restaurados com sistema adesivo e compósito; G3 – dentes com duas cristas marginais debilitadas restaurados com pino intra-radicular de fibra de carbono, envolvidas com matriz epóxica, com sistema adesivo, cimento resinoso e restaurados com sistema adesivo e compósito; G4 - dentes com uma crista marginal debilitada restaurados com sistema adesivo e compósito; G5 – dentes com uma crista marginal debilitada restaurados com pino intra-radicular metálico paralelo, cimentados com sistema adesivo e cimento resinoso e restaurados com sistema adesivo e compósito; G6 – dentes com uma crista marginal debilitada restaurados com pino intra-radicular de fibra de carbono cimentados com sistema adesivo, cimento resinoso e restaurados com sistema adesivo e compósito; G7 – dentes com cristas marginais íntegras com a câmara pulpar restaurada com sistema adesivo e compósito e G8 – dentes íntegros (controle). Os espécimes foram submetidos a carregamento tangencial de

compressão em inclinação de 135° em relação ao longo eixo do dente à velocidade de 0,5mm/min. O autor concluiu que pinos intra-radulares não reforçaram dentes anteriores debilitados, a restauração com sistema adesivo e resina composta recuperou a resistência à fratura de dentes despolpados e debilitados e que pinos intra-radulares metálicos e de carbono apresentaram o mesmo comportamento em relação à resistência à fratura.

Christensen (1998) fez uma avaliação do estado atual do emprego de núcleos metálicos fundidos, pinos pré-fabricados (Parapost; Whaledent), pinos de titânio (Filpast, Filhal Dental), pinos de zircônia (Cerapost - Brasseler), pinos de fibra reforçados com resina (Ribbond Inc.) e pinos de fibra de carbono (C-Post, Bisco). Para o autor, se o remanescente dentário for maior que a metade da estrutura coronária, a retenção intra-radicular não será necessária, sendo indicada apenas quando os esforços forem intensos ou o dente for retentor de prótese fixa.

Dean, Jeansonne e Sarkar (1998) avaliaram a influência de procedimentos endodônticos e restauradores quanto à resistência à fratura e compararam a incidência da fraturas de raízes entre os dentes restaurados com três tipos de pinos, cada um com um compósito de preenchimento. Setenta caninos foram divididos em 7 grupos. Dez dentes não foram preparados endodonticamente para servirem como controle (G1). Os outros 60 dentes foram tratados endodonticamente e obturados com resina e constituíram os grupos experimentais: G1 (controle) - Coroas preparadas (comprimento padrão de 24 mm, com um bisel inciso-lingual com 2 mm e um ângulo de 45°); G2 - acesso endodôntico preenchido com guta-percha e preparo da coroa; G3 – preenchimento do acesso com guta-percha foi removido a 6 mm do bordo incisal e a câmara pulpar restaurada com resina composta; G4 – à

profundidade de 16 mm da borda incisal, removeu-se a guta-percha para cimentação de pinos de fibra de carbono (C-Post, Bisco) com cimento resinoso C&B (Bisco), acesso com resina composta e preparo coronário; G5 - pinos de fibra de carbono e restaurações de resina para núcleo de preenchimento (BisCore, Bisco); G6 - pinos de aço inoxidável cônico PD Post (Union Broach) e restaurações de resinas para núcleo de preenchimento; G7 - Pinos de aço inoxidável paralelos Parapost (Whaledent) com restaurações de resina para núcleos de preenchimento. Os espécimes foram testados em uma máquina de ensaios universal com a carga direcionada em 45° à velocidade de 0,5 mm/min até a fratura. O tipo de fratura foi registrado com o núcleo deslocado, núcleo fraturado ou dente fraturado. O grupo 3-Post obteve os menores valores de resistência à fratura (107 kg). Valores mais altos foram encontrados para o grupo controle (189 kg). Os grupos de coroas intactas (G1 a G4) foram mais resistentes à fratura em relação aos pinos e núcleos de preenchimento de resina composta (G5 a G7). Os grupos G6 e G7 restaurados com pinos de aço inoxidável demonstraram uma incidência de 50% de fratura de raiz; o grupo restaurado com pinos de fibra de carbono e núcleos de preenchimento de resina composta (G5) não apresentou fraturas de raiz.

Fredriksson et al. (1998) fizeram uma retrospectiva clínica e radiográfica, na qual avaliaram o comportamento de pinos de fibra de carbono (Composipost, RTD) por 2 a 3 anos. Durante um ano, sete dentistas usaram pinos de fibra de carbono (Composipost, RTD) reforçados com resina composta Resilient (RTD) na parte coronária em 236 pacientes. A maioria dos dentes recebeu coroas metalo-cerâmicas e coroas cerâmicas. Em 130 dentes maxilares e 106 dentes mandibulares foram avaliados condições periodontais, sinais radiográficos e resultados protéticos, sendo que esses pacientes foram reavaliados num período de 3 a 6 meses. Cinco dentes

(2%) foram extraídos por tratamento duvidoso sem relação com o sistema de pino usado. Os restantes 231 dentes não apresentaram fratura do pino ou de raiz. Não houve presenças de cáries, reabsorção óssea ou fracasso de técnica do sistema Composit, nem diferença no controle de placa, doença periodontal e profundidade de bolsas quando comparados com os outros dentes.

Mannocci et al. (1998) analisaram clinicamente sucessos e fracassos de pinos metálicos e pinos de fibra de carbono. Durante 3 anos, foram analisados 240 pinos de fibra de carbono e 201 pinos metálicos cimentados por dois diferentes operadores. Pinos de fibra de carbono (Composit, Bisco) foram cimentados com sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco) e cimento resinoso C & B (Bisco). Pinos metálicos foram feitos através de técnica indireta e cimentados com fosfato de zinco. Todos os dentes foram envolvidos por coroas metalo-cerâmica. Após 3 anos, 226 dentes restaurados com pinos de fibra de carbono e 194 dentes restaurados com pinos metálicos foram analisados. No grupo dos pinos de fibra de carbono, 140 dentes foram coroas simples e 86 coroas foram retentoras de prótese fixas. No grupo dos pinos metálicos, 84 dentes foram coroas simples e 110 dentes foram retentoras de prótese fixas. Os seguintes tipos de fracassos foram considerados: perda de retenção, fratura de raízes e fratura de pinos. No grupo dos pinos metálicos, ocorreram 10 fracassos devido à fratura de raízes. No grupo dos pinos de fibra de carbono, houve um caso de descolagem de pino e coroa; não houve nenhum caso de fratura de raiz ou de pino.

Mannocci, Vichi e Ferrari (1998) compararam clinicamente, depois de dois anos, os sucessos e fracassos de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de carbono ou pinos metálicos. Duzentos dentes foram divididos

em dois grupos: G1 - pinos de fibra de carbono (C-Post, Bisco) cimentados com sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco) e C&B cement (Bisco), preenchimento de resina autopolimerizável Bisfil 2B (Bisco); G2 - pinos e núcleos metálicos fundidos cimentados com fosfato de zinco. Em todos os espécimes, foram cimentadas coroas metalo-cerâmicas. Exames radiográficos periapicais, exame clínico, saúde periodontal e tecidos periapicais foram realizados durante 2 anos. Noventa e cinco dentes de G1 e 97 de G2 foram analisados. Noventa e três dentes de G1 e 92 dentes de G2 tiveram sucesso. Os dois fracassos de G1 foram relacionados a infecções periapicais e os quatro fracassos em G2 foram relacionados à fratura de raiz.

Martinez-Insua et al. (1998) compararam a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de fibra de carbono associados a um compósito coronário e dentes tratados com núcleos metálicos fundidos de ouro. Quarenta e quatro dentes foram tratados endodonticamente, tiveram suas coroas seccionadas e foram aleatoriamente divididos em dois grupos: G1 - pinos de fibra de carbono (Composipost, RTD) cimentados com cimento resinoso Panavia 21 (Kuraray) e com complemento coronário de 3mm de altura de resina autopolimerizável Cavex Clearfill Core (Cavex) com adesivo Clearfill New Bond (Cavex); G2 - núcleos metálicos fundidos em ouro tipo III (Dentozam-M, Sempsa), jateados com óxido de alumínio a 50µm e cimentados com cimento resinoso Panavia 2. Todos os dentes receberam coroas confeccionadas de Ni-Cr (Wiron 99, Bego) e cimentadas com cimento de ionômero de vidro (Ketac-Cem, Espe). Os dentes foram montados em um cilindro de resina acrílica autopolimerizável, a uma profundidade de 2 mm apical à junção cimento-esmalte para o teste de resistência à fratura, numa máquina de teste universal Instron, sob uma força aplicada a 45° em relação ao longo eixo dos dentes,

a uma velocidade de 1 mm/min. Os valores médios de resistência à fratura em G1 foi de 103,7 kg e em G2 foi de 202,7 kg. Para G1 ocorreram fracassos na interface pino-complemento coronário antes que ocorressem fraturas de raízes em virtude de altas cargas aceitáveis. Neste grupo, foi observada apenas uma fratura de dente. Para G2, 20 dos 22 dentes observados apresentaram fratura cervical devido às altas cargas e dois espécimes tiveram deslocamento dos núcleos.

Nash (1998), em um artigo clínico de utilização dos pinos de fibra de vidro (FibreKor Post, Jeneric/Pentrom), relatou que esses pinos consistem de fibras de vidro paralelas pré-impregnadas por resina. Destaca que esses pinos devem ser cimentados com um agente cimentante resinoso, e que uma das melhores características desses pinos é o seu baixo módulo de elasticidade, sendo semelhante ao da dentina periférica, onde ele é aderido, tendo, portanto, uma distribuição de forças mais uniforme na interface pino/dente. Outra vantagem é a coloração desses pinos facilitando o resultado estético. Ao descrever a técnica de cimentação, o autor indica que, após testar o pino dentro do canal radicular, este deve ser limpo com álcool, coberto por uma camada de silano e posteriormente seco. O autor conclui relatando que os pinos cimentados com sistemas adesivos reforçam a estrutura dentária, promovendo flexibilidade e prevenindo, assim, o risco de fraturas radiculares.

Rovatti, Manson e Dallari (1998) fizeram uma revisão bibliográfica de pinos endodônticos estéticos. Relataram que pinos metálicos revestidos com resina opaca para núcleo preenchimento não trazem uma estética satisfatória, sendo sua indicação mais direcionada a coroas metalo-cerâmicas. Pinos cerâmicos de dióxido de zircônio mostram uma excelente estética, sua translucidez não interfere em

coroas cerâmicas, porém certas propriedades são absolutamente negativas como, por exemplo, sua estrutura muito compacta e rígida, podendo ocasionar fraturas radiculares. Os pinos de fibra de carbono Composipost (RTD), com excelentes propriedades biomecânicas, pecaram pela cor e translucidez. Com as mesmas propriedades do Composipost, surgiram, para suprir essas deficiências estéticas, os pinos Aestheti-Post (Bisco) e Aestheti-Plus (Bisco) que possuem uma substancial melhora nas propriedades de força quando comparados aos pinos Composipost, podendo ser usado para reconstruções de dentes anteriores.

Albuquerque (1999) avaliou o efeito de pinos intra-radulares pré-fabricados associados a materiais de preenchimento confeccionados em três materiais diferentes e três formas anatômicas distintas, simulando a distribuição de tensões em incisivos centrais superiores tratados endodonticamente, empregando o método dos elementos finitos (MEF) bidimensional. Foram utilizados pinos de aço inoxidável (Unimetric, Les Fils D) e fibras de carbono (C-Post, Bisco) em matriz de Bis-GMA. Como forma anatômica, os pinos eram cônicos, cilíndricos e cilíndricos com dois diâmetros diferentes. Os modelos foram restaurados com resina composta (Ti-Core, Essential Dental Systems) como material de preenchimento coronário e recobertos com uma coroa de porcelana. Os modelos foram submetidos à análise pelo MEF, sendo aplicada uma carga estática de 100N, com inclinação de 45° na borda incisal da superfície palatina do dente. Os valores médios das tensões  $\sigma_y$  (MPa), internamente na porção coronária radicular, foram para os dentes naturais (controle) de 36,8, para os com pinos de fibra de carbono 4,8, para os com pinos de titânio 71,3 e para os com pinos de aço inoxidável 123,2. Os valores médios das tensões  $\sigma_y$  (MPa), internamente na porção coronária radicular, foram para os dentes (controle) de 36,8, para os de pinos cônicos 71,2, para os de pinos cilíndricos 58,6 e

para os de pinos cilíndricos de dois diâmetros diferentes 69,5. Já os valores médios das tensões, na região cervical adjacente à óssea alveolar palatina, foram para os dentes naturais de 293,0, para os de pinos cônicos 309,8, para os de pinos cilíndricos 304,9 e para os de pinos cilíndricos de dois diâmetros diferentes 302,0. Concluiu que os pinos de aço inoxidável apresentaram a maior concentração de tensões, seguidos pelos de titânio e, por último, os de fibra de carbono, que demonstraram a melhor distribuição de tensões, significando menor tendência à indução de fraturas radiculares. Em relação às três formas anatômicas dos pinos, houve pouca diferença em relação à tensão de tração externa da raiz no terço coronário na região palatina do dente. Na interface pino/dentina internamente no lado palatino do terço coronário da raiz, os pinos cônicos apresentaram maior concentração de tensão de tração, seguidos pelos pinos cilíndricos de dois diâmetros e, por último, pelos pinos cilíndricos de diâmetro único com a melhor distribuição de tensões.

Asmussen, Peutzfeldt e Heitmann (1999) para determinarem a rigidez, limite elástico e resistência selecionaram quatro diferentes pinos endodônticos: dois pinos cerâmicos feitos de zircônio (Biopost, Incermed com 1,6 mm de diâmetro e Cerapost, Brasseler com 1,6 mm de diâmetro), pinos de titânio (PCR, Brasseler com diâmetros de 1,6 e 2,0 mm) e pinos de fibra de carbono (Composipost, RTD, com diâmetros de 1,4 e 1,8 mm). Esses pinos foram cimentados com Panavia 21 (Kuraray) em blocos de cobre e zinco e submetidos a uma carga compressiva em um ângulo de 45°, numa velocidade de 5 mm/min, produzindo uma força de deflexão. Os resultados obtidos mostraram que os pinos cerâmicos foram rígidos e fortes, mas sem comportamento elástico. Os pinos de titânio foram igualmente fortes, mas menos

rígidos do que os pinos cerâmicos. Os pinos de fibra de carbono tiveram os valores mais baixos de rigidez, limite elástico e resistência.

Assmann (1999) investigou o comportamento mecânico de 3 tipos de pinos pré-fabricados de diferentes materiais, associados a 2 tipos de resinas compostas, como material de complemento coronário. Foram selecionados 64 dentes caninos humanos, e os três tipos de pinos Parapost (n° 5 com 1,25 mm de diâmetro - Whaledent), C-Post (n° 2 com 1,7 mm de diâmetro - Bisco) e CosmoPost (com 1,7 mm de diâmetro Ivoclar) foram utilizados em conjunto com as resinas Tetric-Ceram (Ivoclar) e Ti-Core (Essential Dental Systems), formando seis grupos experimentais. Para cimentação dos pinos foi utilizado o cimento resinoso C&B (Bisco) associado ao sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco). Os complementos coronários confeccionados com as resinas compostas Ti-Core e Tetric-Ceram foram unidos aos pinos pré-fabricados e à estrutura dentária adjacente. Cada corpo-de-prova foi montado em um plano inclinado metálico para realização de testes de resistência à compressão em ângulo de 130°. A resina composta Tetric-Ceram suportou cargas superiores estatisticamente às cargas da resina Ti-Core. Entretanto, a análise estatística não mostrou diferença entre os pinos pré-fabricados utilizados quando submetidos às mesmas cargas.

Burgess e Xu (1999) fizeram uma revisão para um pino intracanal ideal. Como variáveis, os autores destacaram o tamanho do dente, espessura de dentina remanescente, formato, comprimento, diâmetro e rugosidade superficial do pino intracanal. Como formato de pino, os autores sugeriram que se utilize um pino intracanal individualizado para canais ovóides e elípticos e pino intracanal pré-fabricado para canais retos e paralelos. Recomendaram a manutenção de 5 mm de

material obturador na porção apical do pino para preservar o selamento do canal. Como características clínicas, destacaram os pinos de fibra de carbono-quartzo Aestheti-Post (Bisco) por serem estéticos, fáceis de usar, fáceis de ajustar no comprimento, fáceis de remover no retratamento endodôntico, porém radiolúcidos. Os pinos cerâmicos CosmoPost (Ivoclar) possuem diâmetros adequados para a maioria das restaurações anteriores, aderem bem à maioria dos cimentos resinosos e núcleos de reconstrução de resina composta. São estéticos, radiopacos, contudo difíceis de ajustar no seu comprimento. Os pinos Fibrekor Post (Jeneric/Pentron) possuem uma boa disponibilidade de tamanhos, são fáceis de ajustar no comprimento, estéticos, altamente resistentes, reforçados por fibras e sua superfície é retentiva. Como principal desvantagem se pode citar que é um pino radiolúcido.

Cohen et al. (1999) compararam a retenção e o estresse fotoelástico gerado sob uma carga vertical (133,2N) e uma carga oblíqua de um ângulo de 26° (133,2 N) para dois sistemas de pinos pré-fabricados. Dentes caninos e incisivos humanos extraídos foram tratados endodonticamente e divididos em dois grupos (n=10): G1 - pinos de aço inoxidável Flexi-Post (Essential Dental Systems), cimentados com fosfato de zinco; G2 - pinos de fibra de carbono (C-Post, Bisco) e cimentados com fosfato de zinco. Os dentes foram montados em blocos de resina acrílica e mantidos em 100% de umidade por uma semana antes do teste de fratura em uma máquina de teste universal, a uma velocidade de 0,635 mm/min. Os estudos fotoelásticos foram feitos em quatro grupos: G3 - Flexi-Post com carga vertical de 133,2 N; G4 - Flexi-Post com carga oblíqua com ângulo de 26° para 133,2 N; G5 - C-Post com carga vertical de 133,2 N; G6 - C-Post com carga oblíqua com angulagem de 26° para 133,2 N. Os pinos Flexi-Post apresentaram maior resistência (180,6N) que o C-Post (171,8N). A análise fotoelástica indicou mínimo estresse para ambos os pinos.

O pino C-Post de carbono mostrou assimetria apical de estresse padrão, enquanto o Flexi-Post mostrou distribuição de estresse simétrica. A simetria de estresse e a elevada força de retenção do Flexi-Post são mais favoráveis que os resultados assimétricos do pino C-Post que apresentou níveis desiguais de estresse e baixa força de retenção.

Drummond, Toepke e King (1999) mediram a força de cisalhamento de pinos de fibra de carbono e pinos serrilhados de aço inoxidável. Terceiros molares humanos extraídos foram tratados endodonticamente e preparados para o uso de pinos intra-radiculares. Em G1, foram utilizados pinos de fibra de carbono (Bisco, com 1,76mm de diâmetro), o sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco) e o cimento resinoso C&B Cement (Bisco). Em G2, foram usados pinos serrilhados de aço inoxidável (Coltène/Whaledent, com diâmetro de 1,74mm) com os mesmos procedimentos de preparo em G1, exceto a não utilização de agente de união nos pinos. Os dentes foram submetidos a 6000 ciclos térmicos com banhos de água à temperatura de 5°C e 63°C. Para o ensaio mecânico uma carga de 10 a 20 kg foi aplicada a 45° ao longo do eixo dos pinos, à velocidade de 2 mm/min. Para os pinos de fibra de carbono os valores de força de cisalhamento (MPa) (média  $\pm$  SD) foram: grupo controle – 6,1 $\pm$ 3,3; grupo ciclo-carga – 4,3 $\pm$ 2,2; e grupo termociclados – 4,2 $\pm$ 2,2. Para os pinos metálicos os valores de resistência ao cisalhamento foram: grupo controle - 6,6 $\pm$ 2,9; grupo de ciclo-carga - 7,1 $\pm$ 3,2; e grupo termociclados - 4,8 $\pm$ 2,0. Não houve diferença significativa na força de cisalhamento entre os grupos de pinos testados, nos ciclos de carga e termociclados.

Friedler e Leinfelder (1999) utilizaram pinos de fibra de vidro que possuem em sua composição uma matriz de resina composta (Fibrekor Post, Jeneric/Pentron).

Relataram que esses pinos são fortes e flexíveis, estão disponíveis em diferentes diâmetros, são estéticos e possuem um módulo de elasticidade praticamente idêntico ao da dentina. Ressaltaram que esses pinos não só aumentam a resistência do remanescente dental, mas também capacitam os profissionais a utilizarem as técnicas de restauração mais estéticas.

Hochman e Zalkind (1999) relataram que os pinos metálicos podem produzir uma descoloração acinzentada sob coroas puras de porcelana. Os pinos cerâmicos possuem como característica principal sua estética, não interferindo na translucidez de uma futura coroa de porcelana pura. Descreveram uma seqüência de métodos clínicos e laboratoriais para confecção desses pinos cerâmicos de zircônia (CosmoPost, Ivoclar) de forma indireta, onde a moldagem intra-radicular com o próprio pino foi conjugada ao sistema de injeção de cerâmica (IPS Empress Post System), preconizados pelo fabricante, formando, assim, através de prensagem em forno especial de alta temperatura, uma peça única de pino e munhão. Os autores sugeriram a cimentação com cimentos resinosos.

Isidor, Brøndum e Ravnholt (1999) avaliaram o efeito relativo do comprimento do pino e comprimento da férula da coroa na resistência à carga cíclica em dentes bovinos com pinos de titânio pré-fabricados, montados em blocos de acrílico com simulação de ligamento periodontal em silicone. Combinações de comprimentos de pinos de 5 mm, 7,5 mm e 10 mm e comprimentos de férula de 0 mm, 1,25 mm e 2,5 mm foram feitos em nove diferentes grupos (n=10/grupo). Os pinos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco. Os núcleos preenchimento foram feitos com resina composta quimicamente ativada e as coroas foram cimentadas com fosfato de zinco. Em cada espécime foi aplicada uma carga de 40 N na região

palatina, com a frequência de uma carga por segundo, em um ângulo de 45° ao longo do eixo do dente. Os núcleos de preenchimento e as coroas de ouro aumentaram a resistência mecânica com o aumento do comprimento da férula na coroa. Porém o pino de comprimento médio mostrou menos resistência no ciclo de carga do que nos pinos pequenos e grandes. Os melhores resultados foram obtidos com os pinos mais longos. Todos os espécimes fracassaram por fratura de raiz, exceto dois dentes com comprimentos de férula de 0 mm. Uma grande variação de resultados entre os vários grupos foi observada. A resistência à fratura no ciclo de carga teve um aumento estatisticamente significativo de férula ( $P < 0,01$ ) sem efeito do comprimento do pino ( $P = 0,44$ ). Os autores concluíram que a férula é mais importante para a resistência à carga cíclica do que o comprimento dos pinos.

Lui (1999) relatou uma técnica de reforço intra-radicular utilizando o sistema Luminex (Dentatus) de pinos plásticos que permitem transmissão de luz. Estes pinos apresentam adaptação passiva, possuem lados paralelos e são reforçados por resina composta (Prisma THP, Caulk/Dentsply). Esses pinos conjuntamente com a resina composta de preenchimento poderiam dar uma nova conformação radicular para remanescentes radiculares com contra-indicação para receberem pinos metálicos. Como grande vantagem o autor sugeriu o uso do sistema em grandes perdas intra-radulares, cuja técnica poderia reforçar a estrutura dentária remanescente.

Mannocci (1999a) avaliou a força flexural de pinos de fibra de carbono armazenados sob diferentes condições. Onze grupos ( $n=7$ /grupo) foram testados: G1 – pinos de fibra de carbono, Composiposts (RTD) armazenados em temperatura ambiente durante 4 meses; G2 – pinos de fibra de carbono, Composiposts (RTD)

cimentados em dentes bovinos endodonticamente tratados, armazenados em água durante 4 meses; G3 – pinos de fibra de carbono-quartzo, Aestheti-Post (RTD) armazenados em temperatura ambiente durante 4 meses; G4 – pinos de fibra de carbono, Composiposts (RTD) armazenados em água durante 4 meses; G5 - pinos de fibra de carbono (Carbotech) armazenados em temperatura ambiente durante 4 meses; G6 – pinos de fibra de carbono-quartzo, Aestheti-Posts (RTD) cimentados em dentes bovinos endodonticamente tratados, armazenados em água durante 4 meses; G7 - pinos de fibra de Sílica (Carbotech) armazenados em temperatura ambiente durante 4 meses; G8 – pinos de fibra de quartzo, Aestheti-Plus (RTD) armazenados em temperatura ambiente durante 4 meses; G9 – pinos de fibra de quartzo, Aestheti-Plus (RTD) cimentados em dentes bovinos endodonticamente tratados, armazenados em água durante 4 meses; G10 – pinos de fibra de carbono-quartzo, Aestheti-Posts (RTD) armazenados em água durante 4 meses; G11 – pinos de fibra de quartzo, Aestheti-Plus (RTD) armazenados em água durante 4 meses. As cargas foram aplicadas com uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos mostraram que as amostras armazenadas em água reduziram a força flexural de todos os pinos, enquanto que os pinos em dentes bovinos foram os mais fortes, assim como os pinos mantidos em ambiente seco. Todos os pinos observados sob umidade fraturaram completamente antes da fase de deformação plástica.

Mannocci (1999b) avaliou clinicamente 100 pré-molares endodonticamente tratados e restaurados com pinos de fibras de quartzo (Aestheti-Plus, Bisco) ou de fibra de carbono-quartzo (Aestheti-Post, Bisco). Os dentes receberam núcleo preenchimento com resina composta Z-100 (3M). Alguns dentes foram recobertos por coroas unitárias cerâmicas; outros dentes foram deixados apenas com o núcleo preenchimento na parte coronária. Nenhum dente serviu como apoio para prótese

parcial removível. Após um ano, o autor considerou como fracasso: cárie recorrente, fratura de pino e fratura de raiz. Dos 49 dentes restaurados apenas com núcleo preenchimento, um dente apresentou cárie recorrente; dos 45 dentes restaurados com núcleo preenchimento e coroas, não ocorreu nenhum fracasso. O autor sugere a utilização desses pinos, os quais foram considerados seguros e eficazes.

Mannocci, Ferrari e Watson (1999) compararam o desempenho de dentes restaurados com pinos de fibra de quartzo (Aestheti-Plus, RTD), fibra de carbono-quartzo (Aestheti-Post, RTD) e pinos cerâmicos de dióxido de zircônio (Cerapost, Komet). Quarenta dentes pré-molares tratados endodonticamente e cortados num tamanho padrão de 14 mm de raiz. O material obturador foi removido numa profundidade de 8 mm. Nos grupos de fibra de quartzo e fibra de carbono-quartzo, os pinos foram cimentados com sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco) e C & B cement (Bisco). Para os pinos de zircônio, os pinos foram tratados com ácido hidrófluorídrico 8% por 3 minutos, silanizados por 4 min. com Monobond S (Vivadent) e cimentados como nos grupos anteriores. Para o grupo controle, não houve cimentação de pinos. As partes coronárias foram preenchidas com resina Bis-Core (Bisco) e receberam coroas de porcelana cimentadas com sistema adesivo All-Bond 2 e cimento C & B. Foi aplicada sobre as coroas uma força de 250 N, um ângulo de 45°, com uma frequência de 2 ciclos de força por segundo. Houve apenas um fracasso com fratura de raiz e pino para cada um dos grupos de pinos de fibra. Para o grupo dos pinos cerâmicos de dióxido de zircônio, foram observados seis fracassos, sendo uma fratura de coroa e cinco fraturas de raiz com pinos. Concluíram, portanto, que os dentes restaurados com fibra de carbono reduziram o risco de fratura de raiz quando comparados com os pinos cerâmicos.

Mosso (1999) apresentou os pinos de fibra de vidro (Fibrekor Post, Jeneric/Pentron) e relatou que são pinos radiolúcidos, paralelos, com 18 mm de comprimento e apresentam 9 sulcos cônicos. A superfície é texturizada para aumentar a retenção mecânica no sistema pino-núcleo-dente e, se necessário, pode ser removido em caso de retratamento endodôntico. Como grande vantagem, este pino transmitiria baixo estresse às estruturas dentárias.

Reagan et al. (1999) avaliaram a resistência de três diferentes sistemas de pino e núcleo, sem colocação de coroas sobre os dentes preparados após teste de fadiga mecânica. Foram avaliados dois tipos de pino: um pino com paredes paralelas (Para-post XP, Whaledent) e outro com degraus e lados paralelos (Tri-R post, Moyco). Cinquenta pré-molares foram classificados por tamanho e divididos em cinco grupos. A preparação dos núcleos foi feita com as brocas e recomendações de cada fabricante. Os núcleos foram divididos em três sistemas de pinos-núcleos: 1- Dois diferentes pinos pré-fabricados com núcleos de amálgama; 2- Os mesmos dois pinos pré-fabricados com núcleos de resina composta; 3- Pinos e núcleos fundidos (grupo de controle). No teste de fadiga, foram aplicadas alternadamente forças vestibulares e linguais ao núcleo até que fosse detectado um movimento lateral de 0,0025 polegadas (63,5  $\mu$ m) por um transformador em contato com a superfície do núcleo. Este critério representou o fracasso inicial do cimento. Os resultados mostraram que os grupos com núcleos de resina composta suportaram um número mais alto de ciclos antes do fracasso; não houve diferença significativa entre os sistemas de pinos e núcleos. Os autores concluíram que todos os sistemas de pinos e núcleos testados podem ser aceitos para restaurar dentes endodonticamente tratados, sendo que os pinos pré-fabricados com amálgama ou núcleos com resina e núcleos fundidos são similares quanto à resistência ao teste de fadiga.

Rengo (1999) usou um modelo tridimensional de elementos finitos para comparar a distribuição de estresse na interface pino-dentina em função do tipo de pino: pino convencional metálico, pino de fibra de carbono (RTD) e pino de fibra de carbono-quartzo (Aestheti-Post, RTD). Através de um modelo construído sobre um incisivo central foram analisados os componentes de uma restauração: coroa de ouro, pino metálico, cimento de fosfato de zinco e dentina. Foi aplicada uma força de 10 N, com um ângulo de 125°, ao longo eixo do dente. O melhor comportamento foi atribuído aos pinos de fibra-quartzo por serem mais elásticos. O uso de materiais restauradores com propriedades elásticas similares as da dentina determinam uma distribuição homogênea do estresse.

Sirimai, Riis e Morgano (1999) compararam a resistência à fratura vertical de dentes extraídos, restaurados com sistema de núcleos pré-fabricados, modificados com fibras de polietileno (Ribbond) e núcleos convencionais. Sessenta incisivos centrais maxilares foram cortados na junção cimento-esmalte e tratados endodonticamente. Foram avaliados seis sistemas de pinos e núcleo-complemento: G1 - núcleos metálicos fundidos (prata-paládio) cimentados com fosfato de zinco (Hy-Bond, Shofu) em canais com 1,6 mm de diâmetro; G2 - pinos pré-fabricados de lados paralelos de titânio puro (Vario-Passive Post, Brasseler), 1,6 mm de diâmetro, cimentados com fosfato de zinco (Hy-Bond, Shofu); G3 - sistema Ribbond 2 mm (Ribbond, Inc) para preencher os condutos, cimentado com cimento resinoso dual Variolink (Ivoclar); G4 - pinos pré-fabricados Vario-Passive Post (Vario-Passive Post, Brasseler), 1,2 mm de diâmetro associado ao sistema Ribbond e cimentado como no grupo 3; G5 - pinos pré-fabricados Parapost de titânio Para-Post Plus (Para-Post Plus, Whaledent), 1,25 mm de diâmetro associado ao sistema Ribbond e cimentados como no grupo 3; G6 - pinos de titânio Para-Post Plus, 1,25 mm de diâmetro,

cimentados com cimento resinoso dual Variolink como no grupo 3. As porções coronárias de todos os pinos foram construídas com resina composta (Magnacore) e moldes pré-fabricados. Foi simulado o ligamento periodontal com 0,2 mm de espessura. Os espécimes foram testados através da máquina de teste universal Instron, com uma carga de 100 kgf, numa velocidade de 0,5 mm/min, em um ângulo de 130 graus, ao longo do eixo da raiz até que ocorresse falha. Os pinos pré-fabricados de diâmetro pequeno, associados ao sistema Ribbond e à resina composta, melhoraram a resistência à fratura das raízes. Os sistemas de pinos fundidos convencionais (G1) foram os mais resistentes, mas 90% apresentaram fraturas verticais, além de uma fratura horizontal. G3 apresentou as mais baixas cargas de fratura com somente uma fratura vertical e uma horizontal de raízes, totalizando 8 rupturas na interface dente-complemento resinoso. Dos 10 espécimes de G6, 8 apresentaram fraturas verticais e oblíquas e somente dois corpos-de-prova sofreram fraturas coronárias na interface dente-complemento resinoso.

Stockton e Williams (1999) compararam, *in vitro*, a retenção e a força de cisalhamento de dentes restaurados com dois sistemas de pinos intra-radiculares. Setenta e dois incisivos e caninos maxilares tiveram as coroas removidas 1 mm acima da junção cimento-esmalte e as raízes foram tratadas endodonticamente. Com as brocas recomendadas pelos fabricantes nos grupos 1, 2 e 3, foi removido o material obturador numa profundidade de 7mm a partir da parte mais coronária. Os dentes foram randomicamente divididos em 6 grupos experimentais: G1 - pinos metálicos Para-Plus (Whaledent); G2 – pinos de fibra de carbono C-Post (Bisco) com diâmetro de nº 1; G3 - igual ao grupo 2, porém com diâmetro de nº 2; G4 - pinos Para Plus e resina Bis-Core (Bisco) como núcleo preenchimento; G5 e G6 - pinos C-Post (Bisco) com diâmetro de nº 1 e 2, respectivamente, e núcleo preenchimento de

Bis-Core. Os pinos Para Plus foram cimentados com ionômero de vidro Ketac-Cem (Espe) e os pinos de fibra de carbono cimentados com resina Bis-Core (Bisco). Os núcleos de preenchimento foram reduzidos e deixados num comprimento padrão de 9 mm. Após 48h mantidos numa temperatura de 37°C, os espécimes foram submetidos a ensaio mecânico de compressão, a uma angulação de 45° ao longo do eixo do dente, à velocidade de 1,3 mm/min até a fratura. Não houve diferença significativa entre os pinos Para Plus e C-Post n°1 ( $P < 0,05$ ); o pino C-Post n°2 foi significativamente diferente em relação aos demais ( $P < 0,001$ ). Todos os pinos metálicos fraturaram entre o agente cimentante e o dente. Sete dentes com pinos metálicos e núcleos de preenchimento, um espécime C-Post n°1 com núcleo de preenchimento e dois espécimes C-Post n°2 com núcleo de preenchimento fracassaram na interface núcleo de preenchimento/raiz. Seis espécimes com pinos Para Plus e núcleo de preenchimento, espécimes com pinos C-Post n°1 e núcleo de preenchimento, e 10 espécimes com pinos C-Post n°2 e núcleo de preenchimento tiveram fraturas diagonais nas raízes. Um espécime com pino C-Post n°2 e núcleo de preenchimento teve fratura horizontal de raiz. Não houve fratura de pinos nos grupos Para Plus e C-Post n°2, ambos com núcleo de preenchimento. Quatro pinos C-Post n°1 e núcleo de preenchimento tiveram fratura de pinos. Todas as fraturas ocorreram a 4mm do ápice dos pinos, onde havia um estreitamento do pino.

Cavina et al. (2000) discutiram o uso de pinos intra-radulares adesivos não metálicos para a reconstrução de dentes tratados endodonticamente. Ressaltaram que quanto maior a quantidade de dentina intracanal removida, menor seria a resistência do remanescente radicular para receber uma restauração. Um dos aspectos mais importantes para seleção de um pino adequado seria seu comprimento na raiz, sua forma e sua superfície. Os pinos de forma cônica

transmitiriam maior estresse no ombro da restauração e em torno da raiz, enquanto que para os pinos paralelos isso ocorreria na área apical, principalmente durante a cimentação. Também alertaram que, embora alguns autores recomendem que a forma do pino siga a morfologia do conduto, estudos recentes mostraram que pinos paralelos transmitem menor estresse às raízes e são mais retentivos. Descreveram casos clínicos em que foram utilizados pinos de fibra de vidro Fibrekor Post (Jeneric/Pentron), onde a raiz do dente foi preparada com brocas recomendadas pelo fabricante, seguido de condicionamento com ácido fosfórico a 32%, silanização do pino e cimentação adesiva com sistema adesivo e cimento tipo dual.

Conceição e Pacheco (2000) relataram as características físicas e mecânicas das estruturas dentais quando submetidas à desvitalização pulpar: resistência à compressão da dentina após tratamento endodôntico, módulo de elasticidade, dureza e resistência à fratura sob esforços mastigatórios. Alertaram para os cuidados a serem tomados para evitar insucessos de dentes fraturados e apresentaram alternativas clínicas para o restabelecimento de resistência à fratura.

Ferrari et al. (2000), em um estudo clínico retrospectivo, avaliaram o comportamento dos pinos de fibra C-Posts, Aestheti-Posts e Aestheti-Plus Posts (ambos Bisco) após 6 anos. Em 719 pacientes tratados por três dentistas, foram colocados 840 pinos C-Posts, 215 pinos Aestheti-Posts e 249 pinos Aestheti-Plus Posts em dentes tratados endodonticamente e obturados com cimento livre de eugenol. Os pinos de fibra foram cimentados com 4 combinações de sistema adesivo e cimento resinoso (All-Bond 2 e One-Step em combinação com C&B Cement, todos os produtos Bisco, Scotchbond Multi-Purpose Plus 3M, em combinação com Opal Luting Composite 3M e Scotchbond 1 3M, Single-Bond 3M

com Rely X Resin Cement 3M). Para os núcleos de preenchimento foram usados os sistemas Bis-Core para os pinos C-Posts e Aestheti Posts; e Aeliteflow Ligth Curing RBC para os pinos Aestheti Plus Posts (Bisco). Para as restaurações finais foram colocadas 52% de coroas metalo-cerâmicas, 38% de coroas cerâmicas e 10% mantiveram-se apenas com núcleos preenchimentos Bis-Core. Foram avaliados os fracassos de técnicas, perda de retenção, fratura de pinos ou fratura de raízes. Análises de sobrevida por teste de Mantel-Haenszel mostraram que durante o período de 18 a 68 meses houve 25 fracassos devido ao deslocamento de pinos e 16 dentes mostraram lesões periapicais em exame radiográfico (total de fracasso de 3%). Não houve significância estatística entre as quatro combinações de sistema adesivo e cimento resinoso, nem fratura radicular.

Ferrari, Vichi e Garcia-Godoy (2000) avaliaram clinicamente o comportamento de dentes restaurados com pinos metálicos e pinos de fibra de carbono após 4 anos. Duzentos dentes obturados com cimento livre de eugenol foram divididos em 2 grupos experimentais: G1 - pinos Composipost + sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco) + C&B resin cement (Bisco) + núcleo preenchimento Bis-Core (Bisco); G2 – pinos metálicos fundidos com liga preciosa (Medior 3) + cimentação com fosfato de zinco (Zinc Cement, SS White). Todos os dentes receberam coroas metalo-cerâmicas e foram avaliados após 6 meses, 1, 2 e 4 anos em relação a cáries secundárias, problemas periapicais e periodontais. Em G1, 95% dos dentes restaurados com pinos de fibra de carbono obtiveram sucesso, 3% foram excluídos por não comparecimento dos pacientes e 2% tiveram fracasso endodôntico. Em G2, 84% dos dentes com pinos e núcleos metálicos obtiveram sucesso, 2% dos casos foram excluídos por não comparecimento dos pacientes, 9% mostraram fraturas de raízes, 2% deslocamento de coroas e 3% tiveram fracassos endodônticos. O sistema

Composipost de fibra de carbono foi mais efetivo que os pinos metálicos fundidos depois de 4 anos de avaliação clínica ( $P < 0,001$ ).

Purton, Love e Chandler (2000) testaram, *in vitro*, a rigidez e a retenção de pinos cerâmicos Cerapost (Brasseler), com 1,2 mm de diâmetro, compostos por 94.9% de dióxido de zircônio com 5,1% de óxido de ítrio e pinos de aço inoxidável Parapost (Whaledent), com 1,25 mm de diâmetro, serrilhados. Os pinos foram submetidos a ensaio de resistência flexural de três pontos à velocidade de 5 mm/min até que ocorresse fratura. O gráfico de força (N) *versus* deflexão ( $\mu\text{m}$ ) para cada grupo foi comparado pelo teste t de Student. No teste de retenção, foram usados 40 dentes unirradiculares humanos, tratados endodonticamente e com preparos intracanaís para pinos com as brocas indicadas pelos fabricantes. Foram divididos em 4 grupos: G1 - pinos de aço inoxidável + cimento resinoso (Flexi-Flow Natural, Essential Dental Systems); G2 - pinos cerâmicos jateados com óxido de alumínio 50  $\mu\text{m}$  por 10 segundos + usado *Primer* Silano (3M Scotchbond Ceramic *Primer*) + cimento resinoso como no grupo 1; G3 - pinos cerâmicos + cimento resinoso; G4 - pinos cerâmicos + cimento de ionômero de vidro (Fuji 1; GC Corp). Os espécimes foram mantidos em água destilada em temperatura ambiente por 4 semanas antes do ensaio de tração para medir a resistência de deslocamento dos pinos. Os pinos cerâmicos Cerapost foram mais rígidos que os pinos Paraposts ( $P < 0,001$ ). Para o teste de retenção os pinos Paraposts cimentados com resina foram mais retentivos que os pinos Cerapost ( $P < 0,001$ ). Os pinos cerâmicos foram mais retentivos com agente silano e cimento resinoso quando comparados com cimento de ionômero de vidro ( $P < 0,001$ ). O jateamento com óxido de alumínio nos pinos cerâmicos produziu resultado variável e necessitaria de maior investigação antes de ser recomendado clinicamente.

Butz et al. (2001) compararam a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com diferentes tipos de pinos intra-radicular. Sessenta e quatro incisivos centrais superiores humanos foram tratados endodonticamente, seccionados 2 mm acima da junção cimento-esmalte e divididos em 4 grupos: G1 - pinos de titânio (Titanium Posts, ER61L16, Komet), complementos coronários com Clearfil Core (Kuraray); G2 - pinos de zircônio (Cerapost, 232L12 Komet), complementos coronários com Clearfil Core; G3 - pinos de dióxido de zircônio com complementos de sistema cerâmico (Empress-Cosmo, Ivoclar) em peça única; Grupo controle G4 - pinos fundidos em ouro (ER Heroplat 204 L12, Komet) com complementos coronários em liga de ouro tipo III (Pontor MPF, Mitalor). Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso Panavia 21 (Ex, Kuraray) e os dentes receberam coroas metálicas cimentadas com cimento de ionômero de vidro (Ketac-cem, ESPE). Os espécimes foram submetidos a ensaio de fadiga mecânica (1,2 milhões de ciclos) com força de 30 N aplicada 3 mm abaixo do bordo incisal na região palatina das coroas, numa frequência de 1,3 Hz. Durante o teste de fadiga houve também ciclagem térmica com imersão alternada entre 5 e 55°C. Todos os espécimes que não fraturaram durante o ensaio de fadiga foram submetidos a teste de resistência à fratura com uma velocidade de 1,5 mm/min com carga na região palatina sobre uma angulação de 130°. Os dentes fraturados foram classificados em fracassos reparáveis ou irreversíveis. Após a fadiga mecânica, estavam intactos 94% em G1, 63% em G2, 100% em G3 e 94% em G4. Os valores (média e desvio-padrão) de resistência à fratura foram: G1=425±155 N, G2=202±212 N, G3=378±64 N e G4=426±178 N. G2 (pinos de zircônio com complementos coronários de resina) apresentou baixa resistência à fratura, a qual foi estatisticamente diferente dos demais grupos. Entretanto, os pinos de zircônio

proporcionaram o menor número de fraturas oblíquas de raízes, as quais são consideradas irreversíveis.

Boudrias, Sakkal e Petrova (2001) descreveram um caso clínico para utilização de pinos intra-radulares de fibra de quartzo (D.T. Light Post, Bisco). Ressaltaram a importância de um remanescente coronário para o sucesso destes pinos estéticos. As propriedades físicas dos pinos de fibra de quartzo seriam vantajosas clinicamente devido ao reduzido estresse transmitido ao remanescente radicular, assim como seu formato de lados paralelos para proporcionar melhor retenção em relação aos pinos cônicos. A cimentação adesiva indicada para estes pinos contribuiria para o sucesso clínico, e a adaptação ao canal intra-radicular seria importante para o desempenho biomecânico das restaurações. Outras vantagens destes pinos incluiriam a remoção mínima de estrutura dental num possível retratamento endodôntico, seu baixo módulo de elasticidade, reduzindo os riscos de fraturas radulares, e excelente estética quando comparados a pinos metálicos.

Ferrari et al. (2001) avaliaram as características morfológicas de adesão dentinária após cimentação de pinos de fibra. Trinta dentes anteriores extraídos foram tratados endodonticamente, obturados e divididos em 3 grupos: G1 - sistema adesivo Excite Dual-Self-Curing (Ivoclar, Vivadent) + sistema resinoso Variolink II (Ivoclar, Vivadent); G2 - sistema adesivo Excite + sistema resinoso Multilink (Ivoclar, Vivadent); G3 - sistema adesivo One-Step (Bisco) + cimento resinoso Dual Link (Bisco). Pinos de fibra de vidro FRC Postec (Ivoclar, Vivadent) foram utilizados para G1 e G2. Para G3 foram utilizados pinos Endo Aesthetic Posts (RTD). Todos os dentes dos 3 grupos foram reconstruídos na sua parte coronária com resina composta Tetric Ceram (Ivoclar, Vivadent). Após 7 dias, os espécimes foram

seccionados no eixo axial e levados ao microscópio eletrônico de varredura para observação da zona de interfusão entre dentina e resina e da formação de *tags* de resina. As interfaces de restaurações em G2 mostravam uma interfusão dentina-resina mais alta que os grupos 1 e 3 ( $P < 0,05$ ). Nos terços médio e apical das raízes, os espécimes de G2 apresentaram mais *tags* de resina que os demais grupos. Os autores concluíram que o sistema adesivo Excite Dual-Self-Cured proporcionou formação mais uniforme de *tags* de resina e melhor interfusão dentina-resina ao longo das paredes dos canais.

Akkayan e Gülmez (2002) avaliaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e reforçados com quatro tipos de pinos: G1 - pinos de Titânio Filpost (Filhol Dental), G2 - pinos de fibra de quartzo D.T. Light Post (RTD), G3 - pinos de fibra de vidro ParaPost Fiber White (Coltene/Whaledent Inc) e G4 - pinos de zircônia CosmoPost (Ivoclar). Todos os pinos foram cimentados com sistema adesivo Single Bond (3M) e cimento resinoso Rely X (3M) e receberam complementos coronários de resina composta, sendo cobertos por coroas totais metálicas em forma de canino cimentadas com cimento de ionômero de vidro (Vitremmer Luting Cement; 3M). Os espécimes foram embutidos em resina acrílica e submetidos à carga compressiva na palatina dos dentes sob um ângulo de  $130^\circ$  ao longo do eixo dos dentes, numa velocidade de 1 mm/min até ocorrer fratura. Os resultados de resistência máxima à fratura foram: 66,95 kg (G1), 91,20 kg (G2) 75,90 kg (G3) e 78,91 kg (G4). Os dentes com pinos de fibra de quartzo (G2) mostraram maior resistência à fratura que os outros 3 grupos ( $P < 0,001$ ). Dentes com pinos de fibra de vidro e pinos de zircônio (G3 e G4) não apresentaram diferença entre si ( $P > 0,05$ ). Fraturas reparáveis foram observadas em G2 (pinos de quartzo) e G3

(pinos de vidro), enquanto fraturas irreversíveis foram encontradas em G1 (pinos de titânio) e G4 (pinos de zircônio) ( $P < 0,001$ ).

Duke (2002) comentou que, apesar do domínio dos pinos metálicos pré-fabricados no mercado, outros produtos como polímeros, cerâmicas, carbono ou fibras reforçadas foram introduzidos para pinos. Os pinos não-metálicos possuem baixo módulo de elasticidade e reduzem a concentração de estresse nas raízes, reduzindo, assim, o risco de fratura radicular, além de favorecer a estética em algumas situações clínicas. Como exemplo o autor cita os pinos de fibra de quartzo DT Light Post, sistema Dentatus Luscent Anchors e ParaPost Fiber White, que são pinos de duplo paralelismo, favorecendo a adaptação nas paredes dos canais radiculares. Também permitem a transmissão de luz intracanal através de suas fibras, permitindo a polimerização por luz dos cimentos resinosos dentro dos canais.

Grandini, Balleri e Ferrari (2002) avaliaram através de microscopia eletrônica de varredura as diferentes superfícies de pinos de fibra cortados de formas diferentes: G1 - pinos de fibra de carbono (RTD, France), G2 - pinos de fibra de quartzo (RTD), G3 - Aesthetic Posts (RTD), G4 - Aesthetic Plus Posts (RTD), G5 - Translucent Posts (Dentatus) e G6 - FRC Postec Posts (Ivoclar-Vivadent). Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos de acordo com o método de corte utilizado: com broca diamantada, com disco de carborundum ou com tesouras. Não houve diferença entre as amostras dos grupos 1, 4 e 6. As superfícies de G5 foram mais irregulares depois que os pinos foram cortados com os dois procedimentos usando instrumentos rotatórios (subgrupos A e B). Todos os grupos mostraram diferenças desfavoráveis entre os cortes de superfície do subgrupo C em relação aos subgrupos A e B. As superfícies cortadas com tesouras mostraram dois planos e

bordas convergentes tendo linhas de fraturas que podem perder a integridade ao longo do comprimento dos pinos. Os autores sugeriram que os pinos de fibra podem ser cortados com brocas diamantadas em baixa rotação e sob refrigeração a água. Embora o disco de carborundum mostre menor irregularidade, este procedimento não seria aceitável e os cortes com tesouras deveriam ser evitados.

Heydecke e Peters (2002) realizaram uma revisão sistemática sobre restauração de dentes unirradiculares endodonticamente tratados e restaurados com vários sistemas de pinos e núcleos. A meta-análise dos estudos selecionados sugeriu que não houve diferença de padrão de falha entre pinos e núcleos fundidos e pinos diretos com diferentes complementos coronários com predomínio de fraturas no terço médio e apical da raiz (falhas irreparáveis). Apenas dentes restaurados com pinos de fibra de carbono apresentaram fratura acima da resina de inclusão, caracterizando uma falha reparável. A resistência à fratura também não foi diferente entre pinos fundidos e pinos diretos (médias e desvios-padrão de  $571\pm 153\text{N}$  e  $601\pm 100\text{N}$ , respectivamente).

Heydecke et al. (2002) testaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com diferentes tipos de pinos e férulas nos preparos coronários. Sessenta e quatro dentes incisivos centrais superiores foram seccionados 1mm acima da junção cimento-esmalte, tratados endodonticamente e divididos em 4 grupos: G1 - pinos de titânio (Titanium Posts, Komet) + complementos coronários de resina (Clearfil Core, Kuraray); G2 - pinos de zircônio (Cerapost, Komet) + complementos coronários de resina; G3 - pinos e núcleos de preenchimento numa única peça com o sistema de pinos de zircônio (Cerapost, Komet) e cerâmica vitrificada (Empress-Cosmo; Ivoclar); G4 (controle) - pinos pré-

fabricados de ouro (ER-Heraplat 204 L12; Komet) + complementos fundidos com os pinos, formando um único corpo. Todos foram cimentados com cimento resinoso (Panavia 21, Kuraray). Os preparos receberam ferulização entre 1 e 2 mm e coroas metálicas de incisivos centrais. Todos os espécimes foram ciclados mecanicamente com 1,2 milhões de ciclos com força de 30 N (simulação de mastigação) com termociclagem simultânea entre 5°C e 55°C. Todos os espécimes que não sofreram fratura foram submetidos a um ensaio de compressão até a fratura numa velocidade de 1,5 mm/min com a força aplicada na margem incisal em angulação de 130° ao longo do eixo dos dentes. Foram registrados as cargas de fratura (N) e os modos (reparáveis ou irreversíveis) de falha. A sobrevivência dos espécimes após simulação de mastigação foi de: 93,8% (G1); 93,8% (G2); 100% (G3) e 87,5% (G4). A resistência à fratura dos grupos 1-4 foram, respectivamente, 450 N, 503 N, 521 N e 408 N, sem diferença significativa entre os grupos. Os pinos de zircônio mostraram poucas raízes com fraturas irreversíveis.

Ottl et al. (2002) avaliaram, *in vitro*, as características das fraturas de dentes restaurados com pinos de fibra de carbono, pinos cerâmicos, pinos metálicos de paládio e sem paládio. Raízes de incisivos centrais superiores foram divididos em: Grupo A - pinos metálicos com paládio (Perma-dor, Degussa, Germany); Grupo B - pinos sem paládio (Perma-dor Twin, Degussa, Germany); Grupo C - pinos sem paládio (ER platinum/iridium post, Komet, Germany); Grupo D - pinos sem paládio (Endo-core Pt-Ir, Metalor, Switzerland); Grupo E - pinos cerâmicos de dióxido de zircônio (ER Cerapost, Komet, Germany); Grupo F - pinos de óxido de alumínio + parte coronária com cerâmica (Alumina blank/Celay, Vita, Germany); Grupo G - pinos metálicos com paládio (Perma-dor, Degussa, Germany) + parte coronária com cerâmica (Celay, Vita, Germany); Grupo H - pinos de fibra de carbono

(Composipost, RTD, France) + resina de preenchimento Clearfil (Kuraray, Japan); Grupo controle - raiz sem pino + coroa em resina (Transparent Palapress resin, Heraeus Kulzer, Germany). Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso Panavia 21 (Kuraray, Japan), assim como as coroas metálicas. Os espécimes foram submetidos a uma carga na região palatina em angulação de 135° ao longo eixo do dente até a fratura, numa velocidade de 0,5 mm/min. Os pinos de fibra de carbono apresentaram a mais alta resistência à fratura (312±58 N). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os pinos metálicos sem paládio (242 e 300 N) e pinos metálicos com paládio (265 N). O grupo com pinos cerâmicos de óxido de alumínio apresentou valores de 300±57 N e os pinos cerâmicos de dióxido de zircônio, 193±57 N. O grupo controle apresentou média de 228±35 N. As linhas de fraturas foram semelhantes nos oito grupos com pinos e também no grupo controle. Não houve nenhum tipo de fratura na área coronária.

Vichi et al. (2002) avaliaram a eficácia na formação de *tags* de resina por diferentes sistemas adesivos (frasco único e de seqüência de passos) e a zona de interfusão entre resina e dentina (RDIZ) através de análise microscópica. Cinquenta raízes de dentes humanos receberam pinos de fibra de quartzo Aestheti-Plus (RTD, France) cimentados diferentemente: G1 - All Bond 2 (Bisco, USA) + cimento resinoso C & B (Bisco, USA); G2 - Scotchbond Multipurpose Plus (3M, USA) + cimento resinoso Opal Luting Composite (3M, USA); G3 - Scotchbond 1 (3M, USA) + cimento resinoso Rely X ARC (3 M, USA); G4 - One-Step (3M, USA) + cimento resinoso C & B (Bisco, USA); G5 - All Bond + cimento resinoso Post Cement Hi-X (Bisco, USA). Os autores encontraram RDIZ, formação de *tags* de resina e adesividade laterais em todos os sistemas adesivos testados. A análise microscópica mostrou o maior percentual de RDIZ nos grupos 1 e 2, bem como

uniformidade adesiva (RDIZ) até os primeiros 2/3 radiculares em relação ao terço apical. Os *tags* de resina tiveram uma formação mais significativa no terço cervical e mediano. Os grupos 3 e 4 foram distintos na formação de *tags* de resina nos terços medianos e apicais em relação aos demais grupos. Não houve diferença nos três sistemas de frasco único nas três áreas avaliadas (terço cervical, mediano e apical). Os autores concluíram que o sistema adesivo de seqüência de passos apresentou melhores resultados que os sistemas de frasco único.

Brown e Hicks (2003) descreveram as características e vantagens dos pinos de fibra em relação aos pinos metálicos. Ressaltaram o potencial de fratura dental com pinos metálicos em comparação com os pinos de fibra que apresentam baixo módulo de elasticidade, radiopacidade, translucência e duplo paralelismo de paredes.

Gesi et al. (2003) avaliaram o tempo necessário para a remoção de diferentes tipos de pinos de fibra utilizando dois *kits* de brocas diferentes. Sessenta dentes anteriores foram seccionados, tratados endodonticamente e divididos em 3 grupos: G1 - pinos paralelos de fibra com conicidade de 6° (Ghimas, Bologna, Italy) + cimento resinoso (Pulpdent); G2 - pinos de fibra de vidro FRC POSTEC (Ivoclar, Vivadent) + sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar, Vivadent) + cimento resinoso Variolink II (Ivoclar, Vivadent); G3 - pinos de fibra de carbono Composipost (RTD, St. Egève, France) + sistema adesivo One-Step (Bisco, Schaumburg, IL) + cimento resinoso Duo-Link (Bisco). Para a remoção dos pinos, metade de cada grupo (Subgrupo A) usou brocas RTD Fiber Post Removal Kit (RTD, France); a outra metade (Subgrupo B) usou brocas diamantadas (#862 Kornet, Germany) para introdução inicial e brocas Largo (#3 Dentsply Maillefer) para a remoção dos pinos.

Em G3 houve uma significativa redução do tempo de remoção em comparação com os outros 2 tipos de pinos ( $P < 0,05$ ). Para os *kits* de brocas, o procedimento com brocas diamantadas e brocas largo (Subgrupo B) foi mais rápido ( $P < 0,05$ ).

Hu et al. (2003) avaliaram a resistência à fratura de dentes anteriores restaurados com quatro sistemas de pinos e complementos coronários. Quarenta incisivos centrais humanos foram seccionados 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte, tratados endodonticamente e divididos em 4 grupos: G1 - pino com paredes lisas paralelas e complemento coronário fundido em liga de paládio-ouro (Cameo, Jelenko) + cimento de poliacrilato (Durelon, ESPE); G2 - pinos inoxidáveis, serrilhados de lados paralelos (Parapost, Whaledent) + cimento resinoso (Duolink, Bisco) + resina de complemento coronário (Bis-Core, Bisco); os dentes de G3 e G4 receberam tratamentos iguais a G2, porém para G3 foram utilizados pinos de fibra de carbono (nº1. Aestheti-Post, Bisco) de lados paralelos e para G4, pinos cerâmicos pré-fabricados de lados paralelos (ER-Cerapost, 232 L12 090, Brasseler). Todos os espécimes foram preparados, recobertos com coroas metálicas e submetidos a uma carga compressiva na região lingual das coroas em angulação de 130° ao longo eixo dos dentes, à velocidade de 2,5 mm/min. Os tipos de falhas após o teste de ruptura foram classificados em: deslocamento de pino, fratura coronária do dente e fratura radicular. Os autores não observaram diferenças significativas de força de ruptura entre os grupos. Os valores médios (desvio-padrão) de fraturas, em kgf, foram: G1: 36,92 (15,63); G2: 25,80 (7,21); G3: 29,34 (9,26) e G4: 33,02 (15,15). As piores fraturas radiculares foram registradas para G4 (pinos cerâmicos e complementos coronários de resina composta), no qual houve 9 fraturas de pinos em 10 espécimes.

Maccari, Conceição e Nunes (2003) avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de dentes restaurados com três diferentes pinos diretos estéticos: Aestheti-Post (Bisco), FibreKor Post (Jeneric/ Pentron) e CosmoPost (Ivoclar). Foram utilizados trintas dentes humanos monorradiculares que tiveram suas coroas removidas abaixo da junção cimento-esmalte e foram tratados endodonticamente. Os canais foram desobturados e os preparos radiculares padronizados com as respectivas brocas que acompanhavam os pinos. Para a cimentação dos pinos foi utilizado o sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco) e cimento resinoso C&B (Bisco). Os complementos coronários foram confeccionados com resina composta micro-híbrida Tetric-Ceram (Ivoclar) através de coroas de poliéster pré-fabricadas. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência à fratura com aplicação de uma força compressiva na coroa a um ângulo de 45° até algum tipo de ruptura. Houve diferença significativa de resistência à fratura, sendo que os dentes restaurados com pinos Aestheti-Post e FibreKor Post apresentaram valores maiores que os dentes com pinos CosmoPost. Também os pinos Aestheti-Post apresentaram diferentes tipos de fraturas, os FibreKor Post não fraturaram e o pino CosmoPost fraturou em todos os espécimes, sendo três fraturas radiculares.

Marchi et al. (2003) avaliaram o efeito de diferentes materiais restauradores em combinação com pinos intra-radulares na resistência à fratura sobre raízes bovinas enfraquecidas e sobre raízes intactas. Setenta e cinco raízes com tamanho padronizado foram randomicamente divididas em dois grupos de preparo intra-radicular: preparo simulando raízes enfraquecidas e preparo para pinos pré-fabricados Radix-Anker nº 3 (Dentsply). Para o enfraquecimento das raízes foi utilizada uma broca diamantada nº 1016 (K.G. Sorensen) esférica até uma profundidade de 9,0 mm, broca diamantada esférica nº 3017 HL até o terço médio

numa profundidade de 7,0 mm e broca diamantada esférica nº 3018 HL no terço mais cervical numa profundidade de 4,0 mm. Foram utilizados cimento resinoso All Bond C&B (Bisco) com sistema adesivo All Bond 2 (Bisco), ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (3M), resina composta poliacrílica Dyract AP (Dentsply) associada ao sistema adesivo Prime & Bond 2,1 (Dentsply) e resina composta Z100 (3M) associada ao sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M). Os grupos testados foram reunidos conforme o material restaurador: G1 – grupo controle: raízes intactas (normais) restauradas com pinos pré-fabricados, cimentados com cimento resinoso; G2 – raízes enfraquecidas preenchidas com cimento resinoso em combinação com pinos pré-fabricados; G3 – raízes enfraquecidas preenchidas com cimento de ionômero de vidro resinoso em combinação com pinos pré-fabricados; G4 – raízes enfraquecidas preenchidas com resina composta poliacrílica e pinos pré-fabricados cimentados com cimento resinoso; G5 – raízes enfraquecidas preenchidas com resina composta e pinos pré-fabricados cimentados com cimento resinoso. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à fratura com a aplicação de carga compressiva em angulação de 135° em relação ao longo eixo das raízes numa velocidade de 0,5 mm/min. Houve diferenças significativas em relação às condições radiculares, sendo que as raízes enfraquecidas mostraram menos resistência à fratura em relação ao grupo controle. As raízes restauradas com cimento resinoso demonstraram os menores valores de resistência à fratura. Ionômero de vidro resinoso, resina composta poliacrílica e resina composta convencional não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Nenhum dos materiais avaliados alcançou a resistência à fratura registrada para o grupo controle (sem enfraquecimento radicular).

Mezzomo, Massa e Líbera (2003) avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com dois tipos de pinos e complementos coronários associados a diferentes cimentos resinosos. Os complementos coronários foram classificados em “com preparos com ferulização do complemento” e “sem ferulização”. Quarenta pré-molares superiores intactos foram tratados endodonticamente. Os espécimes foram incluídos em blocos de acrílico deixando expostos 4 mm acima da junção cimento-esmalte. Foram avaliados quatro grupos (n=10): G1 - pinos e complementos coronários metálicos feitos através de uma peça única fundida com liga de Níquel-Cromo (Wiron-99, Bego), cimentação com fosfato de zinco (SS White) e ferulização cervical com 2 mm de altura, 0,6 mm de profundidade e 3° de convergência; G2 - igual a G1, porém cimentados com cimento resinoso (C & B, Bisco); G3 - igual a G1, porém sem preparo de ferulização cervical; e G4: igual ao G2, porém sem preparo de ferulização cervical. Em todos os espécimes foi aplicada uma força compressiva na região coronária (cúspide vestibular) num ângulo de 45°, com velocidade de 1,0 mm/min, até que ocorresse algum tipo de fratura. Não houve efeito da cimentação (106,52 kgf para o cimento de fosfato de zinco e 107,15 kgf para o cimento resinoso). A ferulização teve efeito significativo sobre a resistência à fratura (106,82 kgf com ferulização e 77,69 kgf sem ferulização). Não houve diferença entre ferulização e não-ferulização para os grupos com cimento resinoso (grupos 1, 2 e 4). O grupo sem ferulização e cimentado com fosfato de zinco obteve os valores de resistência mais baixos (71,32 kgf).

Monticelli et al. (2003) realizaram um estudo prospectivo onde avaliaram o desempenho clínico de três tipos de pinos translúcidos entre 2 a 3 anos. Foram selecionados 225 pacientes com necessidade de tratamento endodôntico em pré-molares e posteriormente restaurados com pinos de fibra associados a coroas de

porcelana. Esses pacientes foram randomicamente divididos em 3 grupos com 75 pacientes em cada grupo. Os pinos utilizados foram Aesthetic Plus (RTD) (G1), D. T. Light Posts (RTD) (G2) e FRC Postec Posts (Ivoclar, Vivadent) (G3). Nos grupos G1 e G2 os pinos foram cimentados com o sistema adesivo One-Step (Bisco) e cimento resinoso Duo-Link (Bisco). Em G3 foram usados o sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar, Vivadent) e sistema resinoso Multi Link (Ivoclar, Vivadent). Complementos de resina composta AEliteFLO (Bisco) foram utilizados para G1 e G2 e Tetric Flow (Ivoclar, Vivadent) para G3. Os dentes foram preparados para coroas de cerâmica em Empress 2 (Ivoclar, Vivadent). Depois do tratamento, os pacientes eram avaliados clínica e radiograficamente após 6, 12 e 24 meses por dois examinadores (independentes e cegos) ao tipo de tratamento. Houve descimentação de oito dentes (3,5%) (3 para G1, 2 para G2 e 3 para G3). Seis dentes (2,7%) tiveram suas coroas e pinos removidos devido a lesões periapicais, necessitando retratamento endodôntico. Não houve nenhum fracasso relacionado ao pino, nem fratura radicular. Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre o desempenho clínico dos pinos avaliados, sugerindo que todos são adequados para o uso clínico.

Newman et al. (2003) compararam o efeito de três pinos de fibra na resistência à fratura e no modo de falha em dentes tratados endodonticamente. Noventa incisivos centrais superiores hígidos tiveram as coroas seccionadas 2 mm acima da junção cimento-esmalte; as raízes foram obturadas endodonticamente e divididas em 8 grupos experimentais e um grupo controle (n=10/grupo). Nos grupos experimentais, metade das raízes possuía canais estreitos (Grupo 1) e a outra metade com canais dilatados (alargados) (Grupo 2). Para os canais estreitos, no Grupo 1.1, foram cimentados pinos de fibra de vidro (Fibrekor Post; Wallingford,

Conn) com 1,5 mm de diâmetro; no Grupo 1.2, foram cimentados pinos de fibra de vidro (Dentatus Luscent Anchor; New York, N.Y.) com 1,6 mm de diâmetro; no Grupo 1.3, os condutos foram preenchidos com fibras de polietileno (Ribbond) com 1,6 mm de diâmetro obtidos com 2 pedaços de 2 x 28 mm de fibras introduzidos dentro dos canais. No segundo grupo experimental, com condutos alargados com brocas diamantadas, no Grupo 2.1, foram utilizados pinos Fibrekor com 1,5 mm de diâmetro; no Grupo 2.2, pinos de fibra de vidro Dentatus Luscent anchor com 1,6 mm de diâmetro; e no Grupo 2.3, 2 pedaços de 2 x 28 mm de fibras de polietileno Ribbond com 2,0 mm de diâmetro. No grupo controle 1.4, os autores cimentaram pinos metálicos Parapost x H (Coltene/Whaledent N.Y.) com 1,5 mm de diâmetro. Um conjunto adicional de 20 dentes (10 estreitos e 10 alargados) para o subgrupo 5 (1,5 e 2,5) foram restaurados com o mesmo material descrito nos grupo 1.3 e 2.3 (Ribbond), porém nestes grupos as porções coronárias possuíam tamanhos não-padronizados. Todos os pinos Fibrekor e Dentatus Luscent anchors foram cimentados com cimento resinoso autopolimerizável Cement-it (Pentron Clinical Technologies) e sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M). Nos grupos com fibras Ribbond usou-se cimento resinoso Flow-it (Pentron Clinical Technologies) e Scotchbond Multi-Uso (3M). Todos os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à fratura com carga compressiva aplicada num ângulo de 45° e velocidade de 0,5 mm/min até ocorrer algum tipo de falha. Não houve diferença significativa de resistência à fratura entre canais estreitos e alargados exceto para os pinos Ribbond. Para os canais estreitos, os menores valores de resistência foram observados para os grupos com Ribbond padronizado ( $4,55 \pm 1,49$  kg) e as cargas maiores ( $12,9 \pm 1,64$  kg) para os pinos Luscent anchors. Para os canais alargados, foram observados os menores valores para os pinos Fibrekor ( $9,4 \pm 1,76$  kg) e os

maiores para os grupos Luscent Anchors ( $12,87 \pm 2,69$  kg) e Ribbond padronizado ( $12,87 \pm 3,54$  kg). O grupo controle com pinos metálicos ParaPost obteve o maior valor de carga ( $18,33 \pm 3,27$  kg) ( $P < 0,05$ ). Nenhuma fratura radicular foi observada nos grupos experimentais.

Zhi-Yue e Yu-Xing (2003) avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos e núcleos ferulizados associados a coroas metalo-cerâmicas. Quarenta e oito incisivos centrais superiores hígidos foram divididos em 4 grupos ( $n=12$ ). Os dentes do grupo C foram seccionados 1 mm acima da junção cimento-esmalte e os dos grupos B e D, 3 mm acima. Os dentes do Grupo A (grupo controle) foram tratados endodonticamente e receberam coroas metalo-cerâmicas sem pinos e sem complementos coronários. Para os grupos B e C os condutos foram moldados para a fundição de pinos metálicos em níquel-cromo (Ramanium CS; Dentaurum) e cimentados com cimento de fosfato de zinco (LD Caulk Co, Dentsply International Inc). Para o Grupo D, pinos pré-fabricados Parapost (Whaledent Inc) foram seccionados, cimentados como nos grupos B e C e, na parte coronária, foi acrescentada resina de preenchimento (Biscore; Bisco Inc). Todos os dentes foram preparados para coroas metalo-cerâmica, as quais foram cimentadas com cimento de fosfato e zinco. Cada espécime foi submetido a uma carga na superfície lingual, em um ângulo de  $135^\circ$  ao longo eixo dos dentes, numa velocidade de 0,2 mm/min para medir a resistência à fratura. Os resultados mostraram haver diferenças significativas entre os quatro grupos ( $P < 0,01$ ). Os espécimes do Grupo B tiveram a maior resistência à fratura ( $1793,59 \pm 387,93$  N). Não houve diferenças significativas entre os demais grupos (Grupo A:  $958,49 \pm 286,02$  N; Grupo C:  $992,98 \pm 291,00$  N; Grupo D:  $994,94 \pm$

285,04 N). Foram observados diferentes tipos de fratura: de coroa, vertical de raiz, no terço médio da raiz e no terço apical das raízes. Não foram observadas fraturas de pino.

Fokkinga et al. (2004) buscaram na literatura estudos *in vitro* sobre fracassos de pinos pré-fabricados reforçados com fibras (FRC) *versus* pinos metálicos fundidos e sistemas de pinos cerâmicos. Foi realizada uma busca de artigos em inglês usando MEDLINE de 1984 a 2003, com as palavras-chave “*post or core or buildup or dowel e teeth or tooth*”. Os artigos foram avaliados por dois examinadores independentes de acordo com os seguintes critérios: 1º) resumos descrevendo técnicas para reconstrução de dentes tratados endodonticamente com pinos e núcleos de preenchimento, características físicas e mecânicas. Estudos descritivos e revisões bibliográficas foram excluídos; 2º) artigos que incluíam os sistemas de pinos com fibras foram selecionados; 3º) estudos *in vitro* em dentes humanos unirradiculares com pinos com fibra e complementos coronários foram selecionados; 4º) valores de resistência à fratura foram registrados e modos de falha foram classificados em fracassos favoráveis (reparáveis) e fracassos desfavoráveis (irreparáveis). Os autores encontraram 1984 artigos, nos quais os pinos metálicos fundidos mostraram os mais altos valores de resistência à fratura quando comparados a pinos de fibra. As fraturas nos pinos metálicos foram mais desfavoráveis em relação aos pinos de fibra. Os pinos cerâmicos mostraram os mais baixos valores de resistência à fratura.

Mitsui et al. (2004) avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de raízes bovinas restauradas com cinco sistemas de pinos intra-radulares. Sessenta e cinco incisivos bovinos foram seccionados na sua parte coronária deixando um

comprimento padrão radicular de 9,0 mm. As raízes foram randomicamente divididas em 5 grupos (n=15): Grupo A – pinos e núcleos metálicos fundidos em cobre-alumínio formando uma peça única; Grupo B – pinos de titânio (Raix-Anker, Dentsply); Grupo C - pinos de fibra de carbono (C-Post, Bisco); Grupo D – pinos de fibra de vidro (Fibrekor Post, Jeneric Pentron) e Grupo E – pinos de dióxido de zircônio (Cosmopost, Ivoclar). Com exceção do grupo A, a parte coronária foi construída com resina composta Filtek Z 250 (3M ESPE) com o mesmo molde do Grupo A. Os espécimes foram cimentados com cimento resinoso Rely X (3M, ESPE). Os espécimes foram submetidos a uma carga compressiva na região palatina, sob uma angulação de 135° ao longo do eixo das raízes, numa velocidade de 0,5 mm/min até ocorrer algum tipo de fratura. Os valores mais altos de resistência à fratura foram obtidos com os pinos de titânio quando comparados com os pinos de fibra de vidro e pinos de zircônio. Valores similares foram encontrados entre os pinos de titânio e os pinos de fibra de carbono. Raízes com pinos e complementos coronários fundidos tiveram resultados similares quando comparados com raízes que receberam pinos pré-fabricados.

Grandini et al. (2005) testaram a resistência à fadiga de oito diferentes tipos de pinos de fibra: G1 – pinos de fibra de carbono Easypost (Krugg); G2 – ParaPost Fiber White (Coltene/Whaledent); G3 – pinos de fibra de vidro Fibrekor (Jeneric/Pentron); G4 – Ghimas White (Ghimas); G5 – pinos de fibra de vidro DT Light-Post *radiopaque* (RTD); G6 – pinos e fibra de vidro FRC Postec (Ivoclar-Vivadent); G7 – pinos de fibra de vidro Luscent Anchors (Dentatus) e G8 – pinos de fibra de sílica Snowpost (Carbotech). Para cada grupo foram testados 15 pinos com comprimentos de 1,5 a 2,0 mm. Dentre os 15 pinos de cada grupo, 10 pinos foram usados para o teste de fadiga e 5 para a avaliação em MEV. Para o teste de fadiga

dos pinos foi usada uma máquina com três pontos de flexão, com uma carga aplicada em um ângulo de 90° e uma frequência de 3 Hz. A carga foi aplicada até 2 milhões de ciclos completos ou até algum tipo de fratura dos pinos. Posteriormente ao teste de fadiga, esses pinos foram avaliados através de MEV. Houve diferenças estatísticas significativas entre os tipos de pino. Os grupos 5 e 6 mostram melhor desempenho que os demais grupos no teste de fadiga. Todos os outros pinos fraturaram antes do fim do teste. A análise por MEV mostrou uma superfície mais íntegra nos grupos 4 e 6, tanto no sentido longitudinal quanto no sentido transversal dos pinos.

Yoldas, Akova e Uysal (2005) avaliaram por extensometria a distribuição de tensões na região cervical de dentes com canais radiculares alargados e restaurados com diferentes sistemas de pinos e núcleos. Foram fabricadas raízes em resina acrílica autopolimerizável com preparo de conduto de 11 mm de comprimento e 1mm de parede, simulando raízes enfraquecidas por perda de estrutura dentária. Os grupos (n=7/grupo) avaliados foram: (a) sistema pino-núcleo fundido em níquel-cromo sem reforço de resina na raiz, (b) sistema pino-núcleo fundido com reforço de resina (Filtek Z250, 3M), (c) pino Luminex nº 3 (Dentatus) e núcleo de preenchimento de resina (Filtek Z250, 3M) com reforço de resina (Filtek Z250, 3M). Os sistemas pino-núcleo foram cimentados com cimento resinoso Panavia F (Kuraray) e as raízes foram recobertas com material de reembasamento resiliente (Mucopren Soft, Kettenbach Dental) para simular ligamento periodontal e incluídas em resina acrílica. Os extensômetros foram cimentados na parte cervical das raízes e registraram as alterações de tensões. Os espécimes foram submetidos a uma carga aplicada num ângulo de 45° ao longo eixo das raízes. Os espécimes com reforço de resina, tanto com pino-núcleo fundido quanto com pino pré-fabricado

e núcleo de preenchimento, transferiram o estresse para a região cervical das raízes artificiais numa taxa mais baixa que o sistema pino-núcleo fundido convencional ( $P=0,001$ ). Concluiu-se que o reforço com resina de condutos alargados, antes dos procedimentos de restauração com pino-núcleo, reduz o estresse na região cervical da raiz.

Soares et al. (2005) observaram o efeito do uso de materiais de inclusão e simulação de ligamento periodontal em testes de resistência à fratura de dentes incisivos bovinos tratados endodonticamente. Foram formados 8 grupos com dentes incluídos em cilindros com resina acrílica ou resina de poliestireno, usando-se quatro tipos de simulação do ligamento periodontal: 1 - ausência do ligamento; 2 – material de moldagem à base de poliéter; 3 – material de moldagem à base de polissulfeto; e 4 – material elastomérico à base de poliuretano. Após armazenagem em 100% de umidade a 37°C por 24 horas, os espécimes foram submetidos a um carregamento tangencial na superfície palatina a 0,5 mm/min até que ocorresse algum tipo de fratura. Os padrões de fratura foram classificados em: 1- fraturas coronais; 2 - fraturas da junção esmalte-cimento; 3 - fratura parcial da raiz; 4 - fratura radicular total. O método de inclusão e a simulação do ligamento periodontal tiveram efeito significativo na resistência à fratura, sendo que o ligamento periodontal artificial modificou os padrões de fratura.

## **4 METODOLOGIA**

Este estudo foi realizado após aprovação do projeto de pesquisa pela Comissão Científica e de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Anexo A).

### **4.1 SELEÇÃO DOS DENTES**

Foram utilizados trinta dentes (incisivos centrais e caninos) superiores humanos, íntegros, extraídos por indicação terapêutica e doados para a pesquisa (Anexo B). Imediatamente após as extrações, os dentes foram raspados com curetas periodontais Grace n° 1-2 (Duflex) para remoção de restos de ligamento periodontal, escovados com escova de Robinson com pasta de pedra-pomes e água e mantidos hidratados em solução de soro fisiológico a  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ . Logo após, foram examinados com lente de 4x de aumento (Illuminated Magnifying Glass, Japão) para excluir possíveis dentes trincados e/ou com alterações.

Os dentes selecionados foram seccionados com brocas tronco-cônicas diamantadas nº 3203 (KG Sorensen) em alta rotação, sob irrigação constante de água, abaixo da junção cimento-esmalte, no sentido "vestíbulo-palatino", deixando todos os remanescentes radiculares com um comprimento padrão de 17 mm do bordo mais cervical até o ápice. Os dentes foram medidos com um espessímetro (Tastmeter, Girrbach Dental), sendo selecionados aqueles com tamanho mesio-distal entre 5,0 mm e 5,5 mm e vestibulo-palatino entre 7,0 mm e 8,0 mm. Foram excluídos dentes com canais extremamente amplos ou muito atresiadados e com porções apicais muito dilaceradas.

#### **4.2 TRATAMENTO ENDODÔNTICO**

Os dentes foram submetidos a tratamento endodôntico conforme a técnica preconizada por Paiva e Antoniazzi (1994). O acesso aos canais radiculares foi feito com uma ponta diamantada esférica nº 1013 (KG Sorensen) em alta rotação, sob irrigação de água. O preparo da entrada do canal foi realizado com brocas tipo Batt nº 2 (Moyco, Union Broach), em baixa rotação, com irrigação de água. Os instrumentos iniciais, utilizados para remoção do conteúdo do canal radicular, foram limas Hedström (Moyco, Union Broach) nº 20. Logo após, foi realizada a seqüência de instrumentação com limas K-Flexofile (Dentsply) até o instrumento de nº 40, a 1 mm aquém do ápice das raízes radiculares. Durante esta etapa, os dentes foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Após a instrumentação completa, os condutos foram irrigados novamente com solução de hipoclorito de

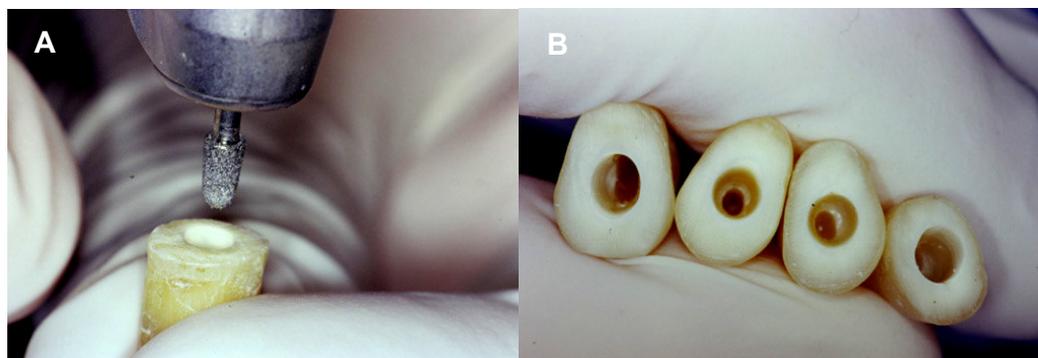
sódio a 1%, aspirados com cânulas de sucção e secos com pontas de papel absorvente nº 40 (Dentsply).

Os condutos foram obturados com cones de guta-percha nº 40 (Dentsply) e cones acessórios (Dentsply), utilizando cimento obturador Sealer 26 (Dentsply). Foi utilizada a técnica de obturação termo-mecânica, na qual um compactador de MacSpadden (Moyco, Union Broach), ativado por um contra-ângulo em baixa rotação, foi introduzido entre os cones e ativado por 10 segundos na entrada dos canais. Seguiu-se a condensação vertical com condensadores manuais. Todas as aberturas de canais foram seladas com ionômero de vidro convencional Ketac-Bond (ESPE) até o momento da desobturação dos canais. As raízes foram novamente mantidas em soro fisiológico a  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  durante 48 horas.

#### **4.3 PREPARO DOS CANAIS E CONFECÇÃO DAS PORÇÕES CORONÁRIAS**

Para a desobturação e o preparo dos canais radiculares, inicialmente foi utilizada uma ponta diamantada esférica nº 1012 (KG Sorensen) em alta rotação para remover o vedamento dos canais com cimento de ionômero de vidro. Em seguida, brocas Peeso nº 2 (Moyco, Union Broach) foram utilizadas para desobturar os canais numa profundidade de 11 mm, mantendo-se um remanescente obturado de 6 mm na região apical (SHILLINGBURG; FISHER; DEWHIRST, 1970). Posteriormente, uma broca tronco-cônica nº 3131 (KG Sorensen) com 4,0 mm de comprimento em toda sua ponta ativa, 2,5 mm de diâmetro na parte mais superior, 2,0 mm de diâmetro na região mais central e 1,8 mm de diâmetro na sua

extremidade, foi totalmente introduzida dentro dos condutos, numa profundidade de 4 mm, tornando as raízes enfraquecidas por perda de estrutura dentinária (Figura 1).



**Figura 1 - A. Alargamento do conduto (enfraquecimento da raiz). B. Raízes enfraquecidas pela remoção de dentina intraradicular.**

Em seguida, o preparo intra-radicular para pino nas 30 raízes foi realizado com uma broca específica que acompanha o pino de fibra de quartzo D.T. Light-Post (Bisco) de nº 1 com 1,5 mm de diâmetro. As raízes foram divididas aleatoriamente em 3 grupos (n=10 por grupo), conforme o tratamento experimental (tipo de pino e preenchimento).

Grupo A - Pino de fibra de quartzo D.T. Light-Post (Bisco) nº 1 com 1,5 mm de diâmetro, formato cônico, com retenção passiva intracanal. A parte intra-radicular enfraquecida foi preenchida com cimento resinoso Rely X (3M), associado ao sistema adesivo Single Bond (3M), durante a cimentação do pino.

Grupo B - Pino de fibra de vidro FRC Postec (Ivoclar) nº 1 com 1,5 mm de diâmetro, formato cônico, com retenção passiva intracanal. A parte intra-radicular

enfraquecida foi preenchida com cimento resinoso Rely X (3M), associado ao sistema adesivo Single Bond (3M), durante a cimentação do pino.

Grupo C - Pino metálico fundido obtido através de modelagem direta com um pino pré-fabricado de acrílico (Pin-Jet, Angelus), no qual a parte coronária já possuía um tamanho padrão e a parte intra-radicular foi reembasada com resina acrílica Duralay de cor vermelha (Reliance Dental MFG CO), preenchendo todo o espaço deixado pelo preparo intracanal, obtendo, assim, um formato cônico, com retenção passiva. Este pino foi incluído e fundido em uma fundidora de indução Fornax (Bego), utilizando liga metálica à base de Níquel-Cromo (Wiron 99, Bego). Posteriormente à fundição, foram realizados os acabamentos necessários com disco de carborundum e borrachas abrasivas.

Os pinos de fibra de quartzo D.T. Light Post (Bisco) do grupo A e os pinos de fibra de vidro FRC Postec (Ivoclar) do grupo B, de mesmo formato, foram cortados com uma ponta diamantada tronco-cônica nº 3203 (KG Sorensen), sob alta rotação e constante irrigação de água, deixando um comprimento padrão de 17 mm.

Para a cimentação de todos os pinos foi utilizado o cimento resinoso Rely X (3M), associado ao sistema adesivo Single Bond (3M), seguindo as orientações do fabricante. As raízes foram condicionadas com ácido fosfórico a 32% (Uni-Etch, Bisco) por 15 segundos e lavadas com jato de ar-água por 30 segundos, seguido de irrigação intracanal adicional com água com seringa/agulha de 50 mL para remoção do ácido fosfórico. Pontas de papel absorvente tamanho 40 (Dentsply) foram utilizadas para secagem dos canais. Posteriormente, uma camada do sistema adesivo foi aplicada dentro dos canais e na região cervical com aplicadores descartáveis (Svenkas, SDI). Após jato de ar por 5 segundos, à distância de 10 cm,

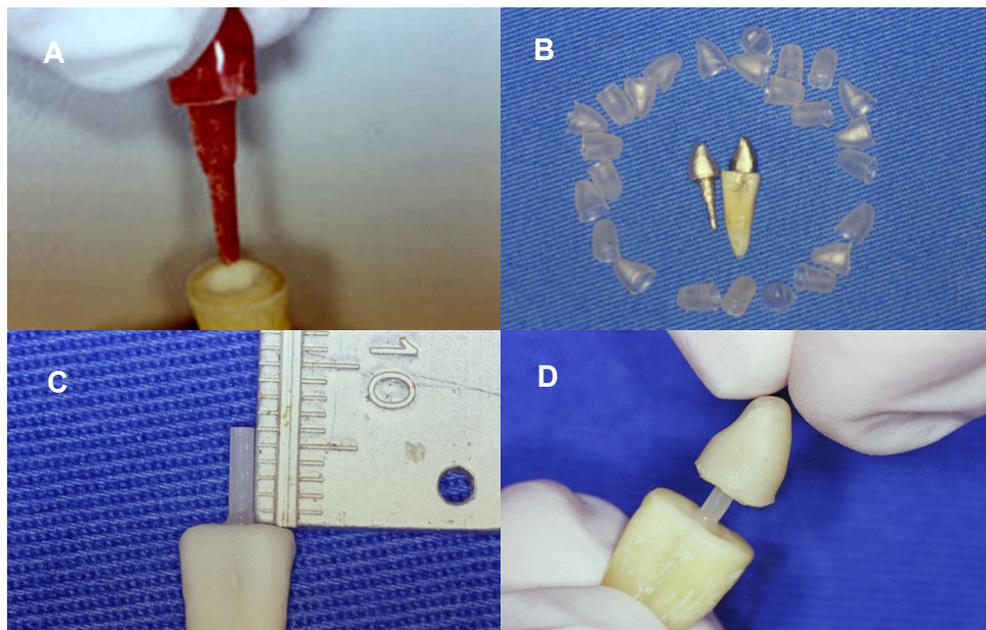
o adesivo foi fotopolimerizado por 30 segundos com aparelho fotopolimerizável Gnatus (Optilight II, França), cuja intensidade de luz ( $670 \text{ mW/cm}^2$ ) foi previamente aferida com um radiômetro (Demetron 100, Demetron Research Corp).

Sobre os pinos foi aplicada uma camada de sistema adesivo, seguida de secagem durante 15 segundos à distância de 10 cm e, posteriormente, fotopolimerizada por 30 segundos. Partes iguais de base e catalisador do cimento resinoso Rely X (3M) foram manipuladas com uma espátula plástica durante 30 segundos. Com um propulsor lentulo (Moyco, Union Broach) o cimento foi inserido dentro dos canais. Os pinos dos grupos A, B e C foram posicionados nos canais radiculares à profundidade de 11 mm com uma pinça e pressionados manualmente para melhor assentamento. Para os grupos A e B, a extremidade coronária dos pinos ficou 6 mm acima da margem coronária para permitir a confecção de núcleo de preenchimento com resina composta. Para o grupo C, cujos pinos já possuíam a porção coronária fundida, o conjunto pino-parte coronária possuía altura padronizada de 7 mm. Excessos de cimento resinoso foram removidos com uma sonda exploradora nº 5 e pincéis descartáveis nos grupos A e B. A fotopolimerização foi realizada durante 40 segundos, posicionando a ponteira do aparelho fotopolimerizador na ponta dos pinos de fibra (grupos A e B). Para o grupo C a fotopolimerização foi realizada somente uma vez no sentido “vestíbulo-palatino” na região cervical das raízes.

Utilizando um pino metálico do grupo C, escolhido aleatoriamente, foram confeccionadas 20 matrizes coronárias ocas de poliéster de mesmo tamanho e formato, utilizando o sistema Adaptus (Bego). Nos grupos A e B, as coroas ocas de poliéster foram preenchidas com resina composta micro-híbrida Tetric-Ceram

(Ivoclar), cor A1, posicionadas sobre os pinos cimentados nas raízes e fotopolimerizadas por 40 segundos na face vestibular, palatina, mesial e distal, formando o complemento coronário (Figura 2). Em seguida, as coroas de poliéster foram removidas com uma lâmina de bisturi nº 11 (Becton Dickinson).

Sobre um espécime do grupo C, escolhido aleatoriamente, foi realizada a ceroplastia de uma coroa total com formato de canino, com altura de 7 mm e espessura de 1,5 mm em todo seu contorno. A coroa em cera foi incluída em revestimento aglutinado por fosfato (Microfine 1700, Talladium) e fundida por indução usando uma liga metálica à base de Níquel-Cromo (Wiron 99, Bego). Posteriormente à fundição, foram realizados os procedimentos de acabamento e polimento, obtendo-se, assim, uma coroa total metálica em formato de canino. Esta coroa foi utilizada como coroa-mestre para a confecção de 30 matrizes de poliéster (sistema Adaptus, Bego) que foram preenchidas com resina acrílica autopolimerizável (Duralay-Reliance) e posicionadas sobre os complementos coronários nos respectivos espécimes (raiz/pino/complemento coronário), previamente isolados com vaselina líquida até sua correta adaptação. Após a polimerização, todas as coroas acrílicas em Duralay foram removidas, incluídas, fundidas e acabadas do mesmo modo que a coroa-mestre, obtendo-se, assim, 30 coroas totais metálicas com mesmo formato e tamanho. Essas coroas totais metálicas foram cimentadas sobre os 30 complementos coronários com cimento de fosfato de zinco (SS White), o qual foi manipulado conforme a recomendação do fabricante. Após 3 minutos da cimentação, os excessos do cimento foram removidos com uma sonda exploradora.



**Figura 2 - A. Modelagem para fundição de pino e núcleo metálico (Grupo C); B. Pino e núcleo metálico fundido usado para confecção de matrizes ocas de poliéster; C. Pino de fibra cimentado; D. Confecção do complemento coronário de resina composta sobre o pino de fibra usando a matriz oca de poliéster (Grupos A e B).**

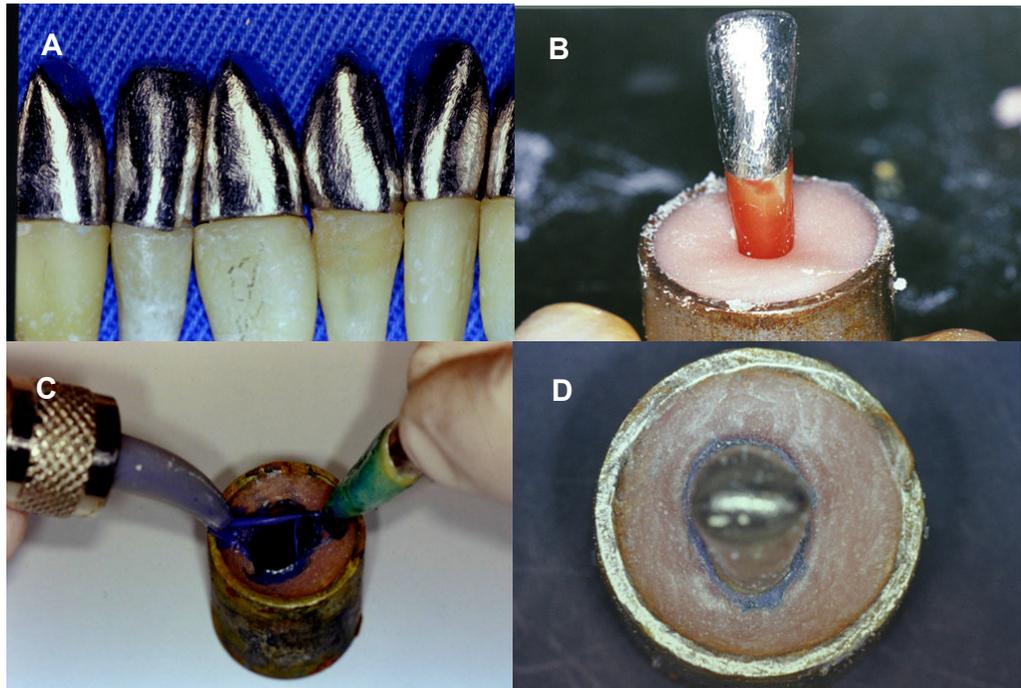
#### **4.4 SIMULAÇÃO DE LIGAMENTO PERIODONTAL E OBTENÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA**

A simulação do ligamento periodontal foi realizada com material de moldagem à base de poliéster (Impregum, Espe).

Em um recipiente metálico foram colocados pedaços de cera rosa nº 7 (Duradente/USA), os quais foram aquecidos até atingir a fase líquida. Usando um pincel descartável nº 1 (Faber Castell), a cera derretida foi aplicada em camada

uniforme sobre a superfície externa do remanescente radicular até o recobrimento completo das raízes, com limite de 2 mm abaixo da borda cervical. Em seguida, as raízes foram imersas em água fria para a cera solidificar (Figura 3).

Os espécimes foram incluídos em cilindros metálicos (60 mm de diâmetro e 20 mm de altura) com resina acrílica autopolimerizável (Jet Clássico). Esta resina foi colocada no interior dos cilindros metálicos durante a fase fibrosa, preenchendo-o por completo. Imediatamente, uma placa de vidro foi prensada sobre o cilindro para remover os excessos de resina. Em seguida, as raízes foram centralizadas e embutidas verticalmente até o limite pré-demarcado de 15 mm, deixando 2 mm de bordo cervical exposto. Após a inclusão do conjunto raiz/película, removeu-se a cera da superfície radicular. O cilindro metálico foi imerso em água a  $\pm 75^{\circ}\text{C}$  por 1 minuto para permitir a remoção da película de cera sobre a raiz. Após lavagem com um aparelho de água a vapor (Vaporetto), as raízes foram polidas com pedra-pomes e água. Uma camada do adesivo do material de moldagem foi aplicada em toda a superfície da raiz e no interior do “alvéolo artificial” no bloco de resina. Em seguida, o material de moldagem foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante, aplicado sobre as raízes e inserido no interior dos alvéolos com uma seringa de moldagem. As raízes foram recolocadas no cilindro de resina até que a marcação de 2,0 mm coincidissem com a superfície da resina. Após a polimerização do material de moldagem, os excessos foram removidos e os espécimes foram mantidos em soro fisiológico a  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  até o momento do ensaio mecânico.



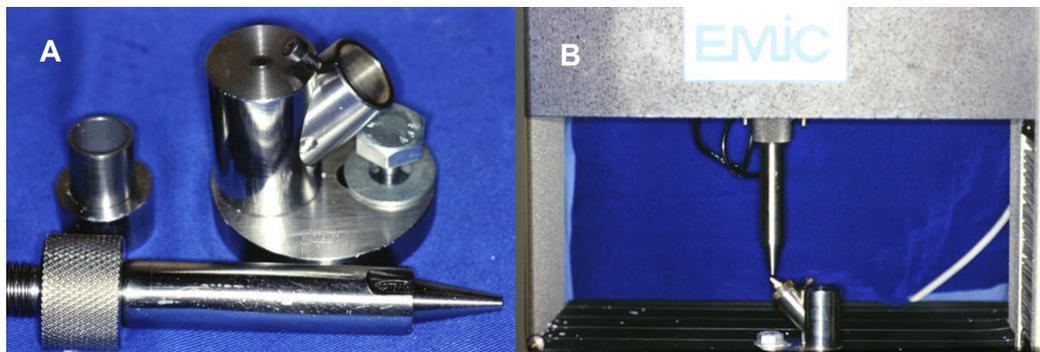
**Figura 3 - A. Dentes com coroas metálicas cimentadas sobre os pinos/núcleos; B. Inclusão da raiz com espaçador de cera em cilindro de resina acrílica; C. Preenchimento do espaço deixado pela cera com poliéter; D. Simulação de ligamento periodontal com poliéter.**

#### 4.5 ENSAIO MECÂNICO

Os corpos-de-prova foram posicionados em um dispositivo metálico em forma de “Y”, no qual o braço do dispositivo formava um ângulo fixo de 45° entre o cone de aço do mordente superior da máquina de ensaio universal e o longo eixo dos corpos-de-prova. Todo o conjunto foi adaptado numa máquina de ensaio universal EMIC DL- 2000 (São José dos Pinhais, PR, Brasil), acoplada a um computador, utilizando o programa MTest 100. No mordente superior, foi posicionada uma ponta afunilada metálica que aplicava uma carga compressiva na superfície palatina (2 mm

aquém do bordo incisal) dos corpos-de-prova num ângulo de 45° até que ocorresse a falha (Figura 4). A velocidade de deslocamento do mordente superior foi de 0,5 mm/minuto. Os valores de resistência à fratura foram registrados em Newtons (N).

Após o ensaio mecânico, os corpos-de-prova foram inspecionados com lupa de 4X de aumento (Illuminated Magnifying Glass, Japão) e classificados quanto ao tipo de falha: falha reparável (deslocamento da porção coronária, fratura cervical, falha ou fratura que permite a restauração do dente/raiz) ou falha irreparável (falha abaixo do terço cervical da raiz: fratura radicular oblíqua, ou horizontal no terço médio ou apical, que condenaria o dente à extração) (AKKAYAN; GÜLMEZ, 2002; HEYDECKE; PETERS, 2002).



**Figura 4 - A. Dispositivo metálico usado para padronização do ensaio mecânico e ponta aplicadora de carga; B. Ensaio mecânico.**

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A variável dependente do estudo foi a força máxima de ruptura (N), a qual é uma variável intervalar contínua. Os dados coletados foram analisados preliminarmente para verificar a normalidade de distribuição (testes de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk).

Os dados foram analisados por estatística descritiva (média, desvio-padrão, coeficiente de variação) e por Análise de Variância univariada tendo o tipo de pino (metálico, fibra de vidro, fibra de quartzo) como fator entre-sujeitos (variável independente). O teste de comparações múltiplas para contraste de médias duas a duas foi realizado por teste de Tukey. Os resíduos da Análise de Variância foram analisados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, para amostra única, para verificar a normalidade de distribuição e confirmar o uso do teste paramétrico. Foi utilizado o nível de significância de 0,05, bi-caudal, para indicar significância estatística em todos os testes.

## 5 RESULTADOS

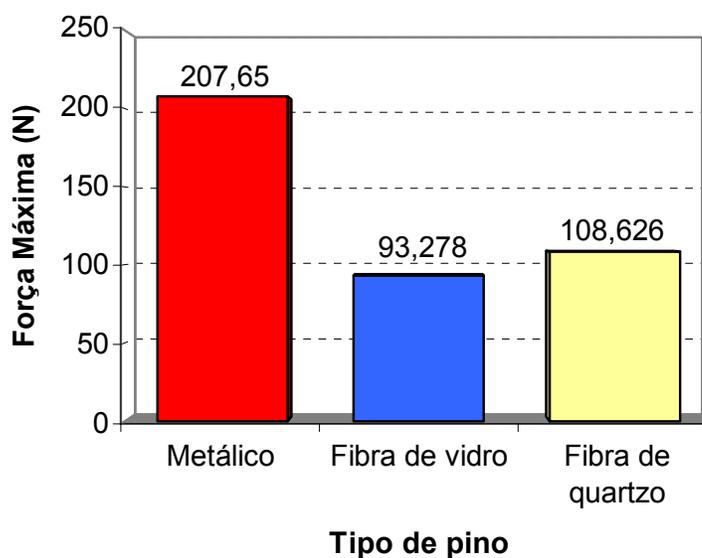
A distribuição normal dos valores de força máxima de ruptura para os três tipos de pino foi verificada através de análise gráfica e dos testes de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ) e de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) (Apêndice 1), permitindo o uso de testes estatísticos paramétricos.

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise descritiva da variável força máxima de ruptura (N) para os três grupos de pino.

As médias da força máxima de ruptura (N) dos três grupos experimentais estão graficamente representadas no Figura 5. O grupo Pino metálico apresentou valor médio de força de ruptura aproximadamente duas vezes maior que os dos grupos Pino de fibra de vidro e Pino de fibra de quartzo.

**Tabela 1 - Estatística descritiva da força máxima de ruptura (N) para os grupos Pino metálico, Pino de fibra de vidro e Pino de fibra de quartzo (n=10/grupo).**

Estatística	Força máxima de ruptura (N)		
	Metálico	Fibra de vidro	Fibra de quartzo
Média	207,65	93,28	108,63
Mediana	224,10	106,05	113,55
Desvio-padrão	54,94	30,69	33,94
Intervalo de confiança de 95% para a média	168,35 – 246,95	71,32 – 115,23	84,35 – 132,90
Mínimo	119,60	49,06	60,71
Máximo	265,30	136,30	162,20
Coefficiente de variação (CV)	26,5%	31,2%	32,9%



**Figura 5- Gráfico das Médias de força máxima de ruptura (N) dos grupos Pino metálico, Pino de fibra de vidro e Pino de fibra de quartzo (n=10/grupo).**

Os resultados da Análise de Variância são mostrados na Tabela 2. Houve diferença significativa ( $p < 0,001$ ) dos valores médios de força máxima de ruptura entre os três grupos de pino. A análise dos resíduos gerados pelo modelo testado na Análise de Variância demonstrou normalidade de distribuição pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Apêndice 2).

**Tabela 2 - Análise de Variância univariada para a variável dependente força máxima de ruptura (N) em função do tipo de pino (metálico, fibra de vidro, fibra de quartzo).**

Fonte	Soma de quadrados tipo III	Graus de liberdade	Quadrado da média	F	P
Modelo corrigido	77074,227	2	38537,113	22,615	<0,001
Intercepto	559114,930	1	559114,930	328,114	<0,001
Grupo	77074,227	2	38537,113	22,615	<0,001
Erro	46008,678	27	1704,025		
Total	682197,834	30			
Total corrigido	123082,905	29			

A comparação posterior das médias dos grupos duas a duas pelo teste de Tukey mostrou que o grupo Pino metálico apresentou média de força máxima de ruptura significativamente maior que os demais grupos ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença significativa da força máxima de ruptura entre os grupos Pino de fibra de vidro e Pino de fibra de quartzo ( $p = 0,687$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3 - Comparação duas a duas das médias de força máxima de ruptura (N) entre os grupos Pino metálico, Pino de fibra de vidro e Pino de fibra de quartzo (n=10/grupo).**

<b>Tipo de pino</b>	<b>Tipo de pino</b>	<b>Diferença das médias</b>	<b>p</b>
Metálico (207,650N)	Fibra de vidro (93,278N)	114,372	<0,001
Metálico (207,650N)	Fibra de quartzo (108,626N)	99,024	<0,001
Fibra de vidro (93,278N)	Fibra de quartzo (108,626N)	-15,348	0,687

A Tabela 4 apresenta a distribuição dos modos de falha (reparável ou irreparável) após o ensaio mecânico.

**Tabela 4 - Frequência do modo de falha após o ensaio mecânico (n=10/grupo).**

<b>Tipo de falha</b>	<b>Pino metálico</b>	<b>Pino de fibra de vidro</b>	<b>Pino de fibra de quartzo</b>
Reparável	3	10	10
Irreparável	7	0	0
TOTAL	10	10	10

## 6 DISCUSSÃO

A atual diversidade de materiais e técnicas para reconstrução de dentes endodonticamente tratados permite várias opções de tratamento, mas gera dúvidas quanto à tomada de decisão clínica em situações não-favoráveis como, por exemplo, nos casos de perda dentinária e alargamento do conduto radicular. Este estudo comparou o comportamento biomecânico de dentes endodonticamente tratados, com raízes enfraquecidas e restaurados com três tipos de pinos intra-radulares: pinos metálicos fundidos (liga metálica de Níquel-Cromo), pinos de fibra de quartzo (D.T. Light Post, Bisco) e pinos de fibra de vidro (FRC Postec, Vivadent). Houve diferença de resistência à fratura e modo de falha dos dentes restaurados com pinos metálicos fundidos em relação aos dentes com pinos de fibra de quartzo ou de fibra de vidro, confirmando a hipótese de trabalho.

Os dentes restaurados com pinos metálicos fundidos apresentaram os maiores valores de força máxima de ruptura (207 N) quando comparados aos dentes com pinos de fibra de vidro (93 N) e com pinos de fibra de quartzo (108 N), os quais não foram diferentes entre si. Apesar desta maior resistência à fratura, os dentes com pinos e núcleos metálicos fundidos apresentaram alto índice de falhas irreparáveis como fraturas radulares oblíquas ou horizontais no terço médio ou apical, o que

condenariam o dente à exodontia. Estes resultados corroboram estudos prévios em raízes não-enfraquecidas, os quais mostraram que os pinos metálicos possuem elevada rigidez e parecem produzir maior estresse intra-radicular, podendo ocasionar uma fratura radicular irreversível (BURGESS; ROBBINS; SUMMIT, 1995; FREEDMAN, 1996; ISIDOR; ÖDMAN; BRONDUM, 1996; PURTON; PAYNE, 1996; DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998; FREDRIKSSON et al, 1998; MANNOCCI et al., 1998; MANNOCCI; VICHI; FERRARI, 1998; BURGESS; XU, 1999; BUTZ et al., 2001; AKKAYAN; GÜLMEZ, 2002; BROWN; HICKS, 2003; FOKKINGA et al., 2004).

Por outro lado, os pinos de fibra de vidro e de quartzo, associados ao preenchimento do conduto radicular com cimento resinoso e ao complemento coronário de resina composta, proporcionaram ao dente aproximadamente a metade da resistência à fratura dos dentes com pinos e núcleos metálicos fundidos. Porém, esta menor resistência à fratura dos dentes com pinos de fibra não inviabiliza seu uso clínico. Os valores médios de resistência à fratura foram de 93 e 108 N para os dentes restaurados com pinos de fibra de vidro e de quartzo, respectivamente, sendo similares aos valores de força máxima oclusal em dentes anteriores de mulheres dentadas jovens (FERRARIO et al., 2004). Durante os movimentos funcionais, a carga gerada sobre os dentes é inferior à força máxima oclusal. Deve-se considerar que os dentes com pinos de fibra de vidro e fibra de quartzo tinham complementos coronários de resina composta; já nos dentes com pinos metálicos, os complementos coronários foram feitos de metal juntamente com a porção intra-radicular formando uma peça única. No ensaio mecânico, a partir do momento que a força foi aplicada sobre os corpos-de-prova, qualquer deslocamento (ou ruptura) obtido era acusado na máquina de teste de ensaio universal finalizando a operação. Assim, possíveis causas da baixa resistência dos dentes com pinos de fibra no

ensaio mecânico poderiam incluir fratura de cimento resinoso, do complemento da resina composta ou do próprio pino.

Todas as falhas detectadas após o ensaio mecânico dos dentes com pinos de fibra foram classificadas como reparáveis. Não houve nenhum tipo de fratura radicular mesmo no terço cervical. Outros estudos relataram também um baixo nível de estresse em dentes com pinos de fibra, sendo que todas as rupturas das coroas de resina composta não comprometeram a estrutura dentária remanescente (MOSSO, 1999; NEWMAN et al., 2003; MACCARI; CONCEIÇÃO; NUNES, 2003). Neste estudo, as falhas reparáveis incluíram várias situações de diminuição da resistência intrínseca do conjunto raiz/pino/cimento/restauração durante o ensaio mecânico, o que já caracteriza a ocorrência de uma falha. Em alguns casos não foi possível identificar deslocamento da coroa metálica ou qualquer tipo de fratura devido à cimentação de uma coroa total sobre o complemento de resina composta, construído sobre o pino de fibra e cimentado com cimento resinoso na raiz enfraquecida. Todos os dentes com pinos de fibra de quartzo D.T. Light-Post mostraram falhas reparáveis, corroborando estudos anteriores que também encontraram grande percentual de falhas em locais favoráveis para nova reconstrução protética (AKKAYAN; GÜLMEZ, 2002; MONTICELLI et al., 2003; FOKKINGA et al., 2004). Os pinos de fibra de quartzo tendem a absorver o estresse do complemento coronário (AKKAYAN; GÜLMEZ, 2002; MONTICELLI et al., 2003; FOKKINGA et al., 2004; GRANDINI et al., 2005) e apresentam um comportamento de resistência semelhante aos pinos de fibra de carbono e de fibra de carbono revestidos com quartzo (FREEDMAN, 1996; DIETSCH; ROMELLI; GORETTI, 1997; SIDOLI; KING; SETCHELL, 1997; DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998;

ASMUSSEN; PETZFELDT; HEITMANN, 1999; RENGO, 1999; FERRARI et al., 2000; MACCARI; CONCEIÇÃO; NUNES, 2003).

A comparação direta de resultados de forças e tipos de falhas ou fraturas encontradas nos corpos-de-prova é complicada porque a literatura varia em relação a vários fatores: condições dentais prévias à exodontia, forma de armazenagem dos dentes, dimensões e anatomias radiculares que podem influenciar a espessura do agente cimentante, presença ou não de coroa total, simulação ou não de ligamento periodontal, padronização da angulagem e incidência de força nos corpos-de-prova e velocidade para ruptura dos corpos-de-prova. Além disso, diferentes pinos, cimentos e materiais de preenchimentos podem ser combinados. Há necessidade, portanto, de adoção de uma metodologia padronizada nesse tipo de estudo para permitir conclusões consistentes ao se isolar uma ou outra variável.

Neste estudo foram selecionados incisivos centrais e caninos superiores humanos padronizados em comprimento radicular e distâncias méso-distal e vestibulo-palatina (MACCARI; CONCEIÇÃO; NUNES, 2003; MARCHI et al., 2003). O material obturador dos canais radiculares foi removido deixando-se 6 mm na região apical o que caracteriza um selamento adequado (SHILLINGBURG; FISHER; DEWHIRST, 1970; MCDONALD; KING; SETCHELL, 1990; BURGESS; XU, 1999). Os procedimentos adesivos de cimentação dos pinos foram feitos com o sistema adesivo Single Bond (3M) e cimento resinoso Rely X (3M), os quais demonstraram confiabilidade em outros estudos (VICHI et al., 2002; AKKAYAN; GÜLMEZ, 2002; MITSUI et al., 2004). Em relação aos complementos coronários de resina composta sobre os pinos de fibra, Assman (1999) encontrou excelentes resultados quando

comparou a resina Tetric-Ceram (Ivoclar) com outros materiais sobre pinos intraradiculares.

O uso de coroas totais cimentadas sobre complementos coronários também foi usado em estudos anteriores sobre resistência à fratura de dentes com pinos intraradiculares (ISIDOR; BRØNDUM; RAVNHOLT, 1999; HEYDECKE et al., 2002; ZHI-YUE; YU-XING, 2003; HU et al., 2003). Principalmente em casos de grandes perdas dentárias coronárias ou radiculares, como o simulado neste estudo laboratorial, o uso de coroas totais está indicado para aumentar a resistência do dente restaurado.

Os corpos-de-prova foram submetidos a uma força em uma angulação de 45°, a qual simula a média de ângulo funcional anterior para uma oclusão classe I de Angle e tem sido utilizada por outros estudos similares (KANTOR; PINES, 1977; PEREZ MOLL; HOWE; SVARE, 1978; ISIDOR; ÖDMAN; BRONDUM, 1996; DIETSCHI; ROMELLI; GORETTI, 1997; DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998; MARTINEZ-INSUA et al., 1998; ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMANN, 1999; ISIDOR; BRONDUM; RAVNHOLT, 1999; DRUMMOND; TOEPKE; KING, 1999; STOCKTON; WILLIAMS, 1999; MEZZOMO; MASSA; LÍBERA, 2003; NEWMAN et al., 2003). O ensaio mecânico realizado é caracterizado como um teste de resistência à fratura. Apesar da tensão inicial ser de natureza compressiva, os vetores de força se dissipam em função da tendência à flexão que ocorre na estrutura dental, a qual está inclinada em 45° em relação à ponta metálica de teste. Desta forma, a tensão de compressão inicial se dissipa em vetores de outra natureza como tração, cisalhamento e compressão em regiões distintas àquela da aplicação inicial da força.

A simulação do ligamento periodontal em estudos de resistência à fratura de dentes endodonticamente tratados vem sendo utilizada para simular uma condição mais próxima da clínica, permitindo a distribuição para a raiz da força aplicada sobre a coroa (CARLINI JR, 1998; ISIDOR; BRONDUM; RAVNHOLT, 1999; REAGAN et al., 1999; OTTL et al., 2002; AKKAYAN; GÜLMEZ, 2002; NEWMAN et al., 2003). Soares et al. (2005) observaram que o uso de ligamento periodontal artificial (com poliéter, polissulfeto ou poliuretano) diminuiu a resistência à fratura de dentes bovinos íntegros, incluídos em resina acrílica, e modificou os padrões de fratura. Os dentes sem ligamento periodontal apresentaram basicamente fraturas coronárias ou no limite do cilindro de resina, enquanto que os dentes com ligamento periodontal tiveram mais fraturas oblíquas envolvendo a raiz, devido à distribuição de estresse diferente nas duas situações. Este padrão de fratura radicular foi observado nos corpos-de-prova com pinos metálicos fundidos, mas não com os pinos de fibra de vidro ou de quartzo no presente estudo. A ausência de fraturas radiculares nos dentes com pinos de fibra é melhor explicada pela provável menor resistência do conjunto nas partes mais coronárias como discutido anteriormente. Além disso, a distribuição de tensões na região cervical é diferente em dentes com canais radiculares alargados e restaurados com diferentes tipos de pinos e núcleos. Os espécimes com reforço de resina, tanto com pino-núcleo fundido quanto com pino pré-fabricado e núcleo de preenchimento, parecem transferir o estresse para a região cervical das raízes artificiais numa taxa mais baixa que o sistema pino-núcleo fundido convencional (YOLDAS; AKOVA; UYSAL, 2005).

A perda de estrutura dentinária radicular, enfraquecendo as raízes, pode ter contribuído para a diminuição de valores de resistência à fratura em comparação com estudos similares que usaram pinos fundidos e pinos pré-fabricados em dentes

unirradiculares (HEYDECKE; PETERS, 2002). Marchi et al. (2003) testaram métodos de reforço intracanal para raízes enfraquecidas antes da cimentação de um pino metálico pré-fabricado e obtiveram valores de resistência à fratura entre 32 e 43kgf, que são superiores aos valores medidos no presente estudo. Isso pode ser devido a diferenças metodológicas envolvendo os materiais restauradores usados e o experimento em si, uma vez que Marchi et al. não utilizaram coroas totais nem simularam ligamento periodontal e ainda, fizeram reforço intra-canal prévio.

Além das limitações inerentes a um estudo laboratorial, as generalizações a partir dos resultados deste trabalho devem ser conservadoras, porque foram testados apenas dentes unirradiculares, com dimensões e preparos específicos, e com um carregamento compressivo estático, sob angulação padronizada. Portanto, o comportamento dinâmico ou após fadiga não pode ser inferido. Entretanto, os resultados sugerem que a restauração de dentes com raízes enfraquecidas pelos métodos testados é viável. A decisão clínica final sobre a utilização de uma ou outra técnica deve considerar ainda um conjunto de variáveis relacionadas ao paciente como oclusão, força mastigatória e estética.

## 7 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia desta pesquisa, foi possível concluir que:

- pinos intra-radulares metálicos fundidos proporcionaram maior resistência à fratura que os pinos de fibra de vidro FRC Postec (Ivoclar Vivadent) e de fibra de quartzo D.T. Light Post (Bisco), os quais
- apresentaram comportamento mecânico semelhante;
- os dentes com pinos e núcleos metálicos fundidos apresentaram alto índice de falhas irreparáveis após o ensaio de resistência à fratura; já os grupos com pinos de fibra de vidro FRC Postec (Ivoclar Vivadent) e de fibra de quartzo D.T. Light Post (Bisco) apresentaram somente falhas reparáveis.

## REFERÊNCIAS

- AKKAYAN, B.; GÜLMEZ, T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 87, n. 4, p. 431-437, Apr. 2002.
- ALBUQUERQUE, R. C.; DUTRA, R. A.; VASCONCELLOS, W. A. Pinos intraradiculares de fibras de carbono em restaurações de dentes tratados endodonticamente. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, São Paulo, v. 52, n. 6, p. 441-444, nov./dez. 1998.
- ALBUQUERQUE, R. C. Estudo da distribuição de tensões em um incisivo central superior, reconstruído com diferentes pinos intraradiculares, analisando através do método dos elementos finitos. 1999. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora)– Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado de São Paulo, Araraquara, 1999.
- ANOOSHIRAVANI, D.; NATHANSON, D. Efficacy of transilluminating posts for intraradicular composite curing. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 75, p. 138, 1996. Abstract 964.
- ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A.; HEITMANN, T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 27, n. 4, p. 275-278, May 1999.
- ASSIF, D. et al. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 61, n. 5, p. 535-543, May 1989.
- ASSMANN, R. I. **Análise dos comportamentos de dentes anteriores tratados endodonticamente, dos pinos pré-fabricados e dos complementos coronários utilizados como técnica restauradora, sob ação de forças oblíquas – estudo *in***

**vitro**. 1999. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária)—Faculdade de Odontologia, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 1999.

BACHICHA, W. et al. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 11, p. 703-708, Nov. 1998.

BOUDRIAS, P.; SAKKAL, S.; PETROVA, Y. Anatomical post design meets quartz fiber technology: rationale and case report. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, Jamesburg, v. 4, n. 22, p. 337-350, Apr. 2001.

BROWN, P. L.; HICKS, N. L. Rehabilitation of endodontically treated teeth using the radiopaque fiber post. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, Jamesburg, v. 24, n. 4, p. 275-282, Apr. 2003.

BURGESS, J. O.; ROBBINS, J. W.; SUMMIT, J. B. Pinos intracanaís, pinos e núcleos. **Dental Advisor**, Dois Córregos, v. 2, n. 1, p. 1-8, abr. 1995.

BURGESS, J. O.; XU, X. Pinos intracanaís. **Dental Advisor**, Dois Córregos, v. 6, n. 5, p. 2-6, jun. 1999.

BUTZ, F. et al. Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post-and-core systems: an in vitro study. **International Journal of Prosthodontics**, Lombard, v. 14, n. 1, p. 58-64, Jan./Feb. 2001.

CAPUTO, A. A.; STANDLEE, J. P. Pins and posts: why, when and how. **Dental Clinics of North America**, Philadelphia, v. 20, n. 2, p. 299-311, Apr. 1976.

CARLINI Jr., B. **Resistência à fratura de dentes desvitalizados restaurados através de resina composta com ou sem pino intrarradicular**. 1998. Dissertação (Mestrado em Clínica Integrada – Área de Dentística)—Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas, Piracicaba, 1998.

CAVINA, D. et al. Uso dos pinos intra-radulares adesivos não metálicos. **Revista AcBO – Academia Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 7-11, 2000.

CHRISTENSEN, G. Posts and cores: state of the art. **Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 129, n. 1, p. 96-97, Jan. 1998.

COHEN, B. et al. Comparison of the retentive and photoelastic properties of two prefabricated endodontic post systems. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 26, n. 6, p. 488-494, June 1999.

- CONCEIÇÃO, E. N.; PACHECO, J. F. M. **Dentística, saúde, estética**. São Paulo: Artes Médicas, 2000. cap. 20, p. 299-310.
- DEAN, J. P.; JEANSONNE, B. G.; SARKAR, N. *In vitro* evaluation of a carbon fiber post. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 12, p. 807-810, Dec. 1998.
- DIETSCHI, D.; ROMELLI, M.; GORETTI, A. Adaptation of adhesive posts and cores to dentin after fatigue testing. **International Journal of Prosthodontics**, Lombard, v. 10, n. 6, p. 498-506, Nov./Dec. 1997.
- DRUMMOND, J. L.; TOEPKE, T. R. S.; KING, T. J. Thermal and cyclic loading of endodontic posts. **European Journal of Oral Sciences**, Copenhagen, v. 107, n. 3, p. 220-224, June 1999.
- DUKE, E. S. New directions for posts in restoring endodontically treated teeth. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, Jamesburg, v. 23, n. 2, p. 116-121, Feb. 2002.
- DURET, P. B.; REYNAUD, M.; DURET, F. Un nouveau concept de reconstruction corono-radicaire: le composiposte (1). **Le Chirurgien-Dentiste De France**, v. 60, n. 540, p. 131-141, Nov. 1990.
- FERRARI, M. et al. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. **International Journal of Prosthodontics**, Lombard, v. 14, n. 6, p. 543-549, Nov./Dec. 2001.
- \_\_\_\_\_. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 13, n. Esp., p. 9B-13B, May 2000.
- FERRARI, M.; VICHI, A.; GARCIA-GODOY, F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 13, n. Esp., p. 15B-18B, May 2000.
- FERRARIO, V. F. et al. Single tooth bite forces in healthy young adults. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 18-22, Jan. 2004.
- FOKKINGA, W. A. et al. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. **International Journal of Prosthodontics**, Lombard, v. 17, n. 4, p. 476-482, July/Aug. 2004.

FOX, K.; GUTTERIDGE, D. L. An *in vitro* study of coronal microleakage in root-canal-treated teeth restored by the post and core technique. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 30, n. 6, p. 361-368, Nov. 1997.

FREDRIKSSON, M. et al. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber reinforced epoxy resin posts. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 80, n. 2, p. 151-157, Aug. 1998.

FREEDMAN, G. The carbon fibre post: metal-free, post-endodontic rehabilitation. **Oral Health**, Don Mills, v. 86, n. 2, p. 23-30, Feb. 1996.

FRIEDLER, A. P.; LEINFELDER, K. The clinical application of a new post. **Dentistry Today**, Montclair, v. 18, n. 3, p. 84-85, Mar. 1999.

GESI, A. et al. Comparison of two techniques for removing fiber posts. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 29, n. 9, p. 580-582, Sept. 2003.

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

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

HEYDECKE, G. et al. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 87, n. 4, p. 438-445, Apr. 2002.

HEYDECKE, G.; PETERS, M. C. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: a systematic review. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 87, n. 4, p. 380-386, Apr. 2002.

HOCHMAN, N.; ZALKIND, M. New all ceramic indirect post-and-core system. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 81, n. 5, p. 625-629, May 1999.

HU, Y. H. et al. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. **Quintessence International**, Berlin, v. 34, n. 5, p. 349-353, May 2003.

ISIDOR, F.; BRØNDUM, 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. **International Journal of Prosthodontics**, Lombard, v. 12, n. 1, p. 78-82, Jan./Feb. 1999.

ISIDOR, F.; ÖDMAN, P.; BRØNDUM, K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. **International Journal of Prosthodontics**, Lombard, v. 9, n. 2, p. 131-136, Mar./Apr. 1996.

KANTOR, M. E.; PINES, M. S. A comparative study of restorative techniques for pulpless teeth. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 38, n. 4, p. 405-412, Oct. 1977.

KING, P. A.; SETCHELL, D. J. An *in vitro* evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 17, n. 6, p. 599-609, Nov. 1990.

LUI, J. L. Depth of composite polymerization within simulated root canals using light-transmitting posts. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 19, n. 5, p. 165-168, Sept./Oct. 1994.

LUI, J. L. Enhanced post crown retention in resin composite-reinforced, compromised, root-filled teeth: a case report. **Quintessence International**, Berlin, v. 30, n. 9, p. 601-606, Sept. 1999.

MACCARI, P.; CONCEIÇÃO, E. N.; NUNES, M. Resistance to fracture of teeth endodontically restored with three different intra-radicular direct and aesthetic posts. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, Hamilton, v. 15, n. 1, p. 25-30, 2003.

MANNOCCI, F. Fiber posts: clinical and laboratory studies: 1<sup>st</sup> study: three point bonding test of fiber posts under the confocal microscope before and after dry storage, wet storage, and storage in bovine teeth endodontically treated, filled with composite resin and immersed in water. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ADHESION AND RECONSTRUCTION IN MODERN DENTISTRY, 3., 1999, S. Margherita Ligure. **Proceedings**. Milano: Hippocrates, 1999a. p. 16-17.

\_\_\_\_\_. Fiber posts: clinical and laboratory studies: 2<sup>st</sup> study: intermittent loading of teeth restored using root canal posts of quartz fiber, carbon-quartz fiber and zirconium dioxide. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ADHESION AND RECONSTRUCTION IN MODERN DENTISTRY, 3., 1999, S. Margherita Ligure. **Proceedings**. Milano: Hippocrates, 1999b. p. 17-18.

MANNOCCI, F. et al. Carbon fiber posts. Clinical and laboratory studies. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM RECONSTRUCTIONS WHIT CARBON. FIBER

POSTS AND THE ADHESIVE SYSTEMS TODAY, 2., 1998, S. Margherita Ligure. **Proceedings**. Milano: Hippocrates, 1998. p. 17-21.

MANNOCCI, F.; FERRARI, M.; WATSON T. Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber, and zirconium dioxide ceramic root canal posts. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 1, n. 2, p. 153-158, Summer 1999.

MANNOCCI, F.; VICHI, A.; FERRARI, M. Carbon fiber versus cast posts: a two years' recall study. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 77, p. 1259, 1998. Abstract 419.

MARCHI, G. M. et al. Effect of different filling materials in combination with intraradicular posts on the resistance to fracture of weakened roots. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 30, n. 6, p. 623-629, June 2003.

MARTINEZ-INSUA, A. et al. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 80, n. 5, p. 527-532, Nov. 1998.

McDONALD, A. V.; KING, P. A.; SETCHELL, D. J. An *in vitro* study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 23, n. 6, p. 304-312, Nov. 1990.

MEZZOMO, E.; MASSA, F.; LÍBERA, S. D. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an *in vitro* study. **Quintessence International**, Berlin, v. 34, n. 4, p. 301-306, Apr. 2003.

MITSUI, F. H. O. et al. *In vitro* study of fracture resistance of bovine roots using different intraradicular post systems. **Quintessence International**, Berlin, v. 35, n. 8, p. 612-616, Sept. 2004.

MONTICELLI, F. et al. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. **International Journal of Prosthodontics**, Lombard, v. 16, n. 6, p. 593-596, Nov./Dec. 2003.

MOSSO, G. Avaliação clínica: fiberkor post. **Dental Advisor**, Dois Córregos, v. 6, n. 10, p. 15, Nov. 1999.

NASH, R. W. The use of posts for endodontically treated teeth. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, Jamesburg, v. 19, n. 10, p. 1054-1062, Oct. 1998.

- NEWMAN, M. P. et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 89, n. 4, p. 360-367, Apr. 2003.
- OTTL, P. et al. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 175-183, Feb. 2002.
- PAIVA, J. G.; ANTONIAZZI, J. H. Fase de preparo do canal radicular. In: \_\_\_\_\_. **Endodontia: bases para a prática clínica**. 3. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1994. p. 389-446.
- PEREZ MOLL, J. F.; HOWE, D. F.; SVARE, C. W. Cast gold post and core and pin-retained composite resin bases: a comparative study in strength. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 40, n. 6, p. 642-644, Dec. 1978.
- PURTON, D. G.; LOVE, R. M.; CHANDLER, N. P. Rigidity and retention of ceramic root canal posts. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 25, n. 3, p. 223-227, May/June 2000.
- PURTON, D. G.; PAYNE, J. A. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. **Quintessence International**, Berlin, v. 27, n. 2, p. 93-97, Feb. 1996.
- REAGAN, S. E. et al. Effects of cyclic loading on selected post-and-core systems. **Quintessence International**, Berlin, v. 30, n. 1, p. 61-67, Jan. 1999.
- RENGO, S. Behavior of RTD fiber posts in finite element analysis (FEM) on three-dimensional models. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ADHESION AND RECONSTRUCTION IN MODERN DENTISTRY, 3., 1999, S. Margherita Ligure. **Proceedings**. Milano: Hippocrates, 1999. p. 20-27.
- ROVATTI, L.; MANSON, P. N.; DALLARI, A. The esthetical endodontic posts. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM RECONSTRUCTIONS WHIT CARBON. FIBER POSTS AND THE ADHESIVE SYSTEMS TODAY, 2., 1998, S. Margherita Ligure. **Proceedings**. Milano: Hippocrates, 1998. p. 12-16.
- SHILLINGBURG, H. T.; FISHER, D. W.; DEWHIRST, R. B. Restoration of endodontically treated posterior teeth. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 24, n. 4, p. 401-409, Oct. 1970.
- SIDOLI, G. E; KING, P. A; SETCHELL, D. J. An *in vitro* evaluation of a carbon fiber-based post and core system. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 78, n. 1, p. 5-9, July 1997.

- SIRIMAI, S.; RIIS, D. N.; MORGANO, S. M. An *in vitro* study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 81, n. 3, p. 262-269, Mar. 1999.
- SOARES, C. J. et al. Influence of root embedment material and parodontal ligament simulation on fracture resistance tests. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 11-16, Mar. 2005.
- STOCKTON, L. W.; WILLIAMS, P. T. Retention and shear bond strength of two post systems. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 24, n. 4, p. 210-216, July/Aug. 1999.
- TORBJÖRNER, A. et al. Carbon fiber reinforced root canal posts: mechanical and cytotoxic properties. **European Journal of Oral Sciences**, Copenhagen, v. 104, n. 5-6, p. 605-611, Oct./Dec. 1996.
- VICHI, A. et al. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. **Dental Materials**, Copenhagen, v. 18, n. 7, p. 495-502, Nov. 2002.
- YOLDAS, O.; AKOVA, T.; UYSAL, H. An experimental analysis of stresses in simulated flared root canals subjected to various post-core applications. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 427-432, June 2005.
- ZHI-YUE, L.; YU-XING, Z. Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 89, n. 4, p. 368-373, Apr. 2003.

**ANEXO A -**

**ANEXO B -**

## APÊNDICES

### Apêndice 1 – Análise preliminar dos dados

#### Tests of Normality

	Tipo de Pino	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Força máxima	M	,197	10	,200(*)	,888	10	,162
	Q	,195	10	,200(*)	,921	10	,362
	V	,241	10	,102	,902	10	,228

\* This is a lower bound of the true significance.

(a) Lilliefors Significance Correction

**Apêndice 2 – Teste de Kolmogorov-Smirnov para os resíduos da Análise de Variância**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Standardized Residual for F_MAXIMA
N		30
Normal Parameters (a) (b)	Mean	,0000
	Std. Deviation	,96490
Most Extreme Differences	Absolute	,129
	Positive	,096
	Negative	-,129
Kolmogorov-Smirnov Z		,707
Asymp. Sig. (2-tailed)		,700

(a) Test distribution is Normal.

(b) Calculated from data.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)