DANIELA ROSSATTO MARQUES

**COMPARAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE
RAÍZES BOVINAS, TRATADAS ENDODONTICAMENTE E
RESTAURADAS COM PINOS PRÉ-FABRICADOS ESTÉTICOS E
PINO METÁLICO FUNDIDO**

São Paulo
2009

Daniela Rossatto Marques

**Comparação *in vitro* da resistência à compressão de raízes
bovinas, tratadas endodonticamente e restauradas com pinos pré-
fabricados estéticos e pino metálico fundido**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Endodontia

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Miriam Lacalle
Turbino

São Paulo
2009

FOLHA DE APROVAÇÃO

Marques DR. Comparação in vitro da resistência à compressão de raízes bovinas, tratadas endodonticamente e restauradas com pinos pré-fabricados estéticos e pino metálico fundido [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

São Paulo, __/__/2009

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a).

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a).

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a)

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

*Com muita saudade, à minha irmã **Gabriela** (in memorian) que me mostrou um pouco da Odontologia com toda a sua alegria, dedicação e energia; e em sua homenagem fui cursar.*

*À minha família, meus pais **Marilise** e **Hilton**, minha irmã **Zinha**, meu sobrinho **João**, meu marido **Marcos** e a mais nova integrante, minha filha **Maya**.*

Dedico a vocês este trabalho.

“O primeiro passo para você atingir uma meta é convencer-se de que é capaz disto”.

Julio Lobos

AGRADECIMENTOS

*À minha família, meus pais **Marilise** e **Hilton**, minha irmã **Zinha**, meu marido **Marcos** e a mais nova integrante, minha filha **Maya**. Obrigada por todo apoio, compreensão, energia, carinho, atenção e amor que me deram.*

*À **Erna** e **José** pelo apoio e carinho que me transmitiram.*

*À minha orientadora **Prof^a. Dr^a. Miriam Lacalle Turbino** pela confiança, disposição, orientação durante todo o tempo que trabalhamos juntas.*

*Ao **Prof^o. Dr^o. Carlos Bombana** por toda a atenção dada em momentos difíceis ao longo da minha gestação durante o curso e todo os seus ensinamentos.*

*A todos os professores da pós-graduação, área de endodontia, **João Humberto Antoniazzi**, **Carlos Eduardo Aun**, **Manoel Eduardo de Lima Machado**, **Marcelo dos Santos**, **Giulio Gavini**, **José Luiz Lage-Marques**, **Abílio Albuquerque Maranhão de Moura**, **Celso Luis Caldeira**, **Evandro Luiz Siqueira** que tive imenso prazer em conhecê-los e aprender sempre mais.*

*Ao Departamento de Materiais Dentários, aos professores **Valter**, **Rosa** e **Rafael** pelos seus ensinamentos, **Antônio**, do laboratório, toda a atenção e disposição na finalização do experimento.*

*À professora **Mary Caroline Skelton Macedo** pelos seus conhecimentos e habilidades na área de computação gráfica.*

*À minha amiga e sócia, **Patrícia**, pela compreensão, me ajudando sempre que possível.*

*À **Daniela Chein**, sempre grande amiga, a toda hora.*

*Ao **Hélio**, do laboratório de prótese FO, que com seu profissionalismo me ajudou na parte experimental do meu trabalho.*

*Ao **Valter**, da Física Usp, pela atenção e trabalho em uma fase do meu trabalho.*

*À **FGM Produtos Odontológicos** por ceder o material de pesquisa envolvido neste trabalho.*

À Capes, o seu apoio financeiro para a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos do curso de pós graduação.

Aos funcionários do departamento de Dentística Ana Maria, Sônia e departamento de pós graduação, Cátia e Alessandra, toda a ajuda e atenção, sempre que necessitei.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*Ao grande **Prof^o. Dr^o Francisco José de Souza** que me formou especialista em endodontia pela Fop-Unicamp, transmitindo todos os seus conhecimentos com tanto prazer, atenção e carinho, me deixando a vontade de realizar este grande sonho, meu mestrado.*

*Ao amigo e **Prof^o. Dr^o Noboru Imura** que me mostrou uma endodontia, apaixonante no início de minha carreira profissional, a qual quis seguir o curso de especialização.*

*À minha maravilhosa filha **Maya** de quem, nesta fase inicial de sua vida (9 meses), fiquei alguns momentos distante para desenvolver este trabalho. Distante, mas com o coração sempre perto.*

Marques DR. Comparação *in vitro* da resistência à compressão de raízes bovinas, tratadas endodonticamente e restauradas com pinos pré-fabricados estéticos e pino metálico fundido [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar, *in vitro*, a resistência à compressão de 30 raízes bovinas, tratadas endodonticamente, divididas em 3 grupos com 10 raízes cada e restauradas com pino metálico fundido (Grupo 1), pino pré-fabricado de fibra de vidro (Grupo 2) e pino anatômico (Grupo 3). Todas as raízes, com comprimentos de 15mm, foram preparadas internamente para que a espessura dentinária cervical ficasse com 1,5mm, com o objetivo de aumentar a largura do canal radicular. O espaço para o pino foi preparado com 10mm de comprimento. O diâmetro do pino de fibra de vidro escolhido foi o número 2, do sistema utilizado, para que houvesse um espaço entre ele e a estrutura radicular. O Grupo 1 recebeu pino e núcleo metálico fundido cimentado com cimento de fosfato de zinco. O Grupo 2 recebeu pino pré-fabricado de fibra de vidro cimentado com cimento resinoso Panavia F e núcleo de resina composta Z100. O Grupo 3 recebeu um pino de fibra de vidro modelado no interior do canal com resina composta Z100, cimentado com cimento resinoso Panavia F e núcleo de resina composta Z100. Em todas as raízes dos grupos, um coping metálico foi cimentado com cimento de fosfato de zinco. As raízes foram incluídas em resina acrílica quimicamente ativada, previamente inserida no interior de tubos de PVC e submetidas a testes de compressão em máquina de ensaio Kratos, modelo k2000MP. A carga de compressão foi aplicada a um ângulo de 135 graus ao longo eixo do dente, na face palatina, até que ocorresse uma trinca ou

fratura. O valor da carga correspondente à ocorrência de trinca ou fratura foi registrado e analisado estatisticamente. Os resultados mostraram diferença estatisticamente entre os grupos. O Grupo 1 apresentou maior resistência à fratura que os outros dois grupos, que não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si. As raízes restauradas com pino e núcleo metálico fundido foram as únicas que apresentaram fratura radicular no terço médio e apical. As raízes restauradas com pinos de fibra de vidro apresentaram fraturas semelhantes, aproximadamente entre o terço cervical e o início do terço médio radicular.

Palavras-Chave: Resistência à compressão - Pino – Fibra de vidro – Núcleo fundido

Marques DR. Comparison, in vitro, of the resistance to compression of bovine roots endodontically treated and restored with prefabricated aesthetic posts and cast metallic post [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare, in vitro, the resistance to compression strength of 30 bovine roots among canines and incisors endodontically treated, divided into 3 groups with 10 roots each and restored with cast metallic post (Group 1), prefabricated fibre glass post (Group 2), and anatomical post (Group 3). All the roots, with a length of 15mm, were internally prepared so as to their cervical dentin wall thickness would be of 1,5mm, in order to enhance the width of the radicular canal. The space for the post was prepared with 10mm. The diameter of the glass fibre post chosen was the number 2, of the adopted system, so as to create a space between the glass fibre post and the radicular structure. Group 1 received post and cast metallic core cemented with zinc phosphate cement. Group 2 received prefabricated fibre glass post cemented with resin cement Panavia F and composite resin core Z100. Group 3 received a fibre glass post modeled inside the canal with composite resin Z100, cemented with resin cement Panavia F and composite resin core Z100. In all groups, all the roots were cemented with a metallic coping with zinc phosphate cement. The roots were mounted inside pvc pipes with chemically activated acrylic resin, and submitted to compression tests in a universal testing machine Kratos, model k2000MP. The compressive load was done in an angle of 135° in relation to the long axes of the roots, until the occurrence of failure or fracture. The amount of load correspondent to the occurrence of failure or fracture was statistically registered

and analysed. The results revealed a statistical difference among groups. Group 1 presented a stronger resistance to fracture than the other groups, which did not present statistical difference. The roots restored with post and cast metallic core were the only ones that presented radicular fracture in the apical root third. The roots that were restored with fibre glass posts presented similar fractures, from the cervical root third to the middle root third.

Key words: Compressive strength - Post – Fiber glass post – Cast core

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Espessura de dentina inicial, sem desgaste (A); espessura de 1,5mm de dentina após desgaste (B).....	74
Figura 4.2 - Forame radicular preenchido com citodur e fina camada de super bonder	74
Figura 4.3 - Base de gesso comum com tubo PVC, presa à base do delineador e raiz fixada à haste com guta percha (A); Raiz incluída com resina acrílica no interior do tubo, com 2mm do bordo cervical exposto (B)...	76
Figura 4.4 - Pino de fibra de vidro e broca n.º2.	78
Figura 4.5 - Pino de fibra de vidro no interior do canal.....	79
Figura 4.6 - Pino de fibra de vidro no interior do canal, com as marcações, em lápis, de 10mm (próximo a cervical) e 14mm (mais acima).....	79
Figura 4.7 - Matriz em resina acrílica e pino de fibra de vidro cimentado (A); Núcleo confeccionado em resina composta Z100 com a matriz (B).....	81
Figura 4.8 - Pino anatômico pronto para ser cimentado.....	82
Figura 4.9 - Técnica de modelagem do conduto com resina Duralay	83
Figura 4.10 - Limite cervical do coping metálico.....	85
Figura 4.11 - Máquina de ensaios Kratos.....	85
Figura 4.12 - Corpo de prova encaixado na base no teste de compressão	86

Figura 4.13 - Esquema de aplicação de força a 45°. Ângulo de 135° formado pelo contato oclusal entre os incisivos centrais superiores e inferiores em classe I de Angle(A); Representação esquemática da força de compressão incidindo em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz, ou seja, um ângulo de 45° em relação ao plano horizontal(B).....86

Figura 6.1 - Grupo 1: fraturas e trincas observadas nos dentes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, nas raízes com pinos metálicos..... 95

Figura 6.2 - Grupo 2: trincas nas faces proximais, observadas nos dentes 1, 2, 3, 4 e 5 das raízes com pinos de fibra de vidro 96

Figura 6.3 - Grupo 2: trincas nas faces proximais, observadas nos dentes 6, 7, 8, 9 e 10 das raízes com pinos de fibra de vidro97

Figura 6.4 - Grupo 3, ocorrência de trincas e fraturas nas raízes restauradas com pino anatômico 99

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1- Dados originais - resistência à fratura em kgf	88
Tabela 5.2 - Análise de variância.....	88
Tabela 5.3 - Médias e desvios padrões dos grupos avaliados	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	análise de variância
G	grupo
cm	centímetros
mm	milímetro
Kgf	quilogramaforça
Mpa	megapascal
N	newtons
NiCr	níquel cromo

LISTA DE SÍMBOLOS

°	grau(s)
%	por cento
±	mais ou menos
x	vezes
®	marca registrada
≤	menor igual
≥	maior igual

SUMÁRIO

p.

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	23
3 PROPOSIÇÃO.....	69
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	70
4.1 Material.....	70
4.2 Métodos.....	73
4.2.1 Seleção e preparo dos dentes.....	73
4.2.2 Tratamento endodôntico.....	75
4.2.3 Confeção dos corpos de prova.....	76
4.2.4 Distribuição dos grupos.....	77
4.2.5 Preparo das raízes.....	77
4.2.6 Preparo dos pinos de fibra de vidro.....	78
4.2.7 Preparo dos grupos.....	80
4.2.8 Confeção do coping e cimentação	84
4.2.9 Teste de compressão.....	84
5 RESULTADOS.....	88
6 DISCUSSÃO	90
7 CONCLUSÕES.....	100
REFERÊNCIAS.....	101

1 INTRODUÇÃO

A restauração de dentes tratados endodonticamente é um grande desafio na odontologia restauradora, que objetiva restabelecer a forma, a função e a estética, quando a perda da coroa é total ou parcial, devido à cárie, erosão, abrasão, trauma, restaurações prévias ou consequência do acesso endodôntico.

A reconstrução da parte coronária de um dente despolpado teve seu início por volta de 1746, com Pierre Fauchard, utilizando um pino de madeira no interior do conduto com a função de reter a coroa, na tentativa de devolver a estética ao paciente.

A partir deste momento, o tratamento para os dentes que se encontravam nesta situação baseou-se na confecção de pinos intrarradiculares com o propósito de reforçar o dente estruturalmente comprometido e prover retenção à futura restauração (CHRISTENSEN, 1996; KANTOR; PINES, 1977; PEREL; MUROFF, 1972; SCHWARTZ; ROBBINS, 2004; SHILINGBURG; FISHER; DEWHIRST, 1970; STEWARDSON, 2001).

A restauração de dente tratado endodonticamente tem sido objeto de discussão e pesquisa há muitos anos, quanto ao aumento da resistência a fratura utilizando-se um pino intrarradicular . Afirmava-se que o pino reforçava o dente (BARABAN, 1970; KANTOR; PINES, 1977; PEREL; MUROFF, 1972; STEWARDSON, 2001), mas conforme a literatura, sabe-se que o pino não aumenta a resistência à fratura (CAPUTO; STANDLEE, 1976; GUZY; NICHOLLS, 1979; LOVDAHL; NICHOLLS, 1977; SORENSEN; MARTINOFF, 1984), portanto, não reforça a estrutura dentária, pois para a sua adaptação, requer um desgaste dentário durante o preparo do canal, enfraquecendo ainda mais a raiz (CAPUTO; STANDLEE,

1976; KIMMEL, 2000; SOMKUL; STANNARD, 1992; TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985).

Com o avanço das pesquisas, existem autores que defendem a idéia de que em dentes despolpados, quando não apresentam grande perda de estrutura dentária, seria desnecessária a utilização de um pino (CHRISTENSEN, 1996; GUZY; NICHOLLS, 1979; TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985), pois com o desenvolvimento dos adesivos dentinários e compósitos odontológicos, haveria a possibilidade da resina reforçar as estruturas dentais fragilizadas (MIRANZI et al., 2001; SOMKUL; STANNARD, 1992; WUAT et al., 2007) pela sua união micromecânica às paredes cavitárias (VARELA et al., 2003).

Uma técnica tradicionalmente utilizada, até os dias atuais, é a confecção de pinos intrarradiculares fundidos, que copiam a forma interna do canal preparado. Necessita de maior remoção de estrutura dentária e duas ou mais sessões clínicas. São radiopacos e podem ser confeccionados no comprimento e volume de escolha profissional. Do ponto de vista estético, devem ser evitadas coroas livres de metal, em função da translucidez das mesmas. Esta técnica foi utilizada, particularmente na América, onde predominava o atendimento em clínicas privadas, cujas sessões eram mais longas para a sua completa confecção (CHRISTENSEN, 1996).

Não podemos desprezar a larga experiência clínica que se tem com este método de reconstrução, porém seu maior problema tem sido amplamente discutido na literatura, que é o elevado índice de fratura radicular a que induzem. Sendo muitas vezes, a localização da fratura do terço cervical ao longo da raiz, resultando na perda do elemento dental (BONFANTE et al., 2007; HAYASHI et al., 2006; MACCARI et al., 2007; MARTINEZ-INSUA et al., 1998; QING et al., 2007; STEWARDSON, 2001).

Os pinos pré-fabricados foram introduzidos na Europa, onde predominava o atendimento comunitário que buscava trabalhos de baixo custo e de curta duração (CHRISTENSEN, 1996). Dando continuidade a esse tipo de restauração imediata, desenvolvimento de novas técnicas e materiais começaram a surgir como novas alternativas, pinos pré-fabricados não metálicos de fibra reforçada com compósitos associados a elementos de alta resistência como fibra de carbono, fibra de vidro, quartzo e polietileno (SCHWARTS; ROBBINS, 2004; STEWARDSON, 2001).

A utilização dos pinos pré-fabricados apresenta como principais vantagens o seu emprego relativamente simples, sua execução com menor tempo de trabalho clínico, seu custo reduzido, podendo ser preparado e cimentado em sessão única (CHRISTENSEN, 1996). Estudos clínicos e laboratoriais de pinos de fibra revelaram pouca ou nenhuma fratura radicular, especialmente, vertical ou oblíqua no terço médio ou apical da raiz (ABO EL-ELA; ATTA; EL-MOWAFY, 2008; HAYASHI et al., 2006; JUNG et al., 2007; KING; SETCHELL, 1990; MACCARI et al., 2007; SALAMEH et al., 2007; UDDANWADIKER, PADOLE; ARYA, 2007). Pode ser instalado na mesma sessão da obturação do canal, impedindo a contaminação do sistema de canais por saliva e infiltração coronária, durante as sessões (DEMARCHI; SATO, 2002; FOX; GUTTERIDGE, 1997; SAUNDERS; SAUNDERS, 1994; SCOTTI; CIOCCA; BALDISSARA, 2002; TROPE; CHOW; NISSAN, 1995); protegendo o dente de possíveis acidentes. No entanto, existem poucos estudos clínicos em longo prazo.

Os pinos pré-fabricados são rígidos, resistentes, biocompatíveis, retentivos e resistentes à corrosão. Alguns pinos radiograficamente são radiolúcidos, como é o caso dos pinos de fibra de carbono, o que dificulta a avaliação de sua adaptação (STEWARDSON, 2001).

Nos casos em que os canais são excessivamente elípticos ou cônicos, portanto não se consegue uma adaptação adequada do pino pré-fabricado ao canal. O melhor método para restaurar raízes com canais amplos tem sido investigado e diversos materiais testados, como o ionômero de vidro e resina composta, com grande índice de sucesso para o futuro (BONFANTE et al., 2007; GRANDINI; SAPIO; SIMONETTI, 2003; KIMMEL, 2000; MACCARI et al., 2007; MARCHI et al., 2003; MIRANZI et al., 2001; MOOSAVI; MALEKNEJAD; KIMYAI, 2008; NAUMANN; PREUSS; FRANKENBERGER, 2006; SAUPE; GLUSKIN; RADKE, 1996; WU et al., 2007).

Frente a variedade de tipos de pinos pré-fabricados existentes, ainda não há um consenso da melhor técnica restauradora de raízes com canais amplos ou ovais (SCHWARTZ; ROBBINS, 2004), com pouca estrutura dentinária remanescente devido a causas como cárie, alterações patológicas como reabsorções radiculares, incompleta formação radicular e causas de origem iatrogênica como desgastes excessivos durante o preparo mecânico endodôntico ou no preparo para retentor intrarradicular (WALTON; TORABINEJAD, 1997), pois a adaptação do pino pré-fabricado é imprecisa e o pino metálico fundido para se adaptar ao canal torna-se grande e robusto induzindo um efeito cunha.

Para um prognóstico favorável de uma restauração, com um pino intrarradicular pré-fabricado, é necessário à escolha do pino adequado ao canal, considerando sua expulsividade, formato da raiz e presença de curvaturas apicais; correto preparo do espaço, atento aos cuidados para não perfurar o dente, não desobturar demais o canal, reduzindo o selamento apical; além de seguir rigorosamente o protocolo da técnica de cimentação (STOCKTON, 1999).

A procura por pinos pré-fabricados estéticos capazes por reforçar a estrutura do dente tem estimulado a pesquisa por materiais não metálicos. O principal objetivo é uma restauração monobloco, por exemplo, realizar um complexo biomecânico por adesão entre a estrutura dental e materiais com propriedades mecânicas semelhante à estrutura dental (CLAVIJO et al., 2008; ESCRIBANO et al., 2006; GURBUZ; SENGUL; ALTUN, 2008; LANZA et al., 2005; MACCARI et al., 2007; NAKAMURA et al., 2006; NASH, 1998; OKADA et al., 2008; UDDANWADIKER; PADOLE; ARYA, 2007). E, encontra-se na literatura que pinos, com diferentes propriedades mecânicas entre si, apresentaram resistência à fratura similar, comparando dentes reconstruídos com pino de fibra de vidro, pino metálico fundido ou cerâmico (MITSUI et al., 2004).

Uma recente técnica proposta para restaurar raízes com canais amplos é utilizar pinos de fibra modelados com resina composta, para conseguir um pino anatômico que reproduza o formato do canal radicular, reduzindo a espessura de cimento, favorecendo retenção, prevenindo fracassos adesivos (BONFANTE et al., 2007; CLAVIJO et al., 2008; GRANDINI, 2003; GRANDINI; SAPIO; SIMONETTI, 2003). Entretanto, poucos estudos têm demonstrado a eficiência desta técnica.

Portanto, este estudo avaliou a resistência e modo de fratura de raízes bovinas com canais amplos, restaurados com pino metálico fundido, pino de fibra de vidro pré-fabricado e pino anatômico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

No capítulo de revisão da literatura, para abordar fatores que estão relacionados com a restauração de dentes tratados endodonticamente, trabalhos com variadas metodologias, relacionados com as restaurações intrarradiculares, microinfiltração coronária, cimentação, retenção do pino, polimerização de material resinoso intrarradicular e resistência à fratura foram selecionados. A consulta à literatura revela uma ampla necessidade de respostas à complexidade em torno das variáveis que envolvem as restaurações com pinos intrarradiculares.

O uso do remanescente radicular como suporte para restaurações protéticas foi pela primeira vez relatado por Pierre Fauchard, em 1728, que utilizou um pino de madeira inserido no canal radicular com o objetivo de conseguir retenção para as futuras coroas de espiga.

Shillingburg, Fisher e Dewhirst, em 1970, indicaram a confecção de núcleos fundidos para dentes sem remanescente coronário, tanto em dentes unirradiculares como multirradiculares, aproveitando sempre a raiz mais volumosa. Os autores afirmaram que a profundidade ótima para os pinos é de $\frac{2}{3}$ a $\frac{3}{4}$ do comprimento da raiz. Se esta profundidade não puder ser obtida, o pino deve ter pelo menos o comprimento da coroa clínica do dente a ser restaurado. Afirmaram também que pelo menos 3mm de material obturador ao nível do ápice radicular deve ser mantido, a fim de prevenir o deslocamento e subsequente infiltração. Para os autores, nem todos os dentes tratados endodonticamente são receptivos a núcleos metálicos fundidos, em função de canais curtos ou curvos. Assim, para estes dentes, onde tal procedimento é contraindicado, os autores apresentaram como alternativa a confecção de núcleo

de preenchimento com amálgama retido por pinos como forma de conseguir suporte adequado para restaurações metálicas fundidas.

Baraban (1970) enfatizou as vantagens do método direto para confecção de retentores intrarradiculares, tais como facilidade da técnica, simplicidade do equipamento, possibilidade de confecção em uma única sessão. O autor descreveu um método, que utiliza um sistema de pino pré-fabricado denominado ParaPost System. O kit era composto por cinco brocas para preparo do conduto com calibres diferentes, correspondentes aos pinos pré-fabricados em quatro materiais, ouro, aço, alumínio e plástico.

Perel e Muroff (1972) afirmaram em um estudo que após o tratamento endodôntico, sobre qualquer dente anterior a colocação de um pino reforçaria a raiz. O uso do pino e núcleo driblaria o problema de uma inoportuna fratura coronária ou radicular. O pino deveria ser longo o suficiente para prevenir excessivo estresse interno na raiz, pelo menos metade do comprimento da raiz, contendo o osso remanescente. O diâmetro deveria ser adequado para evitar flexão do metal ouro. O uso de pino pré-fabricado deveria ser evitado, por ser incongruente com o costume de fabricação de pino/núcleo. Usá-lo significaria que o dente deveria ser preparado para receber o pino e os rosqueáveis apresentavam seu valor questionável, devido ao perigo de trincar a raiz.

Caputo e Standlee, em 1976, afirmaram que a utilização de núcleos intrarradiculares pode ser considerada uma técnica radical e quando esta falha, serão poucas as alternativas utilizadas. Mais importante do que proporcionar retenção é a necessidade de preservar e proteger a estrutura dentária remanescente. Infelizmente, muitos dos métodos que aumentam a retenção criam uma concentração de estresse na dentina podendo resultar em fratura radicular. Os

núcleos pré-fabricados apresentam vantagens no desgaste, controlado por brocas apropriadas, diminuindo a quantidade de desgaste dentinário. Vários fatores biomecânicos afetam a capacidade de um núcleo reter uma restauração ou proteger a estrutura remanescente, incluindo a configuração do canal, profundidade do preparo, técnica de inserção e cimento utilizado. Quando a morfologia dentária permite ou a função exige, pode-se aumentar a retenção com o aumento do comprimento, do diâmetro ou número de núcleos utilizados. Terminaram por relatar que um mínimo de 1mm de dentina sadia deveria ser mantida em torno do canal radicular.

Em 1977, Lovdahl e Nicholls, mediram a resistência de uma carga aplicada na região palatina, a um ângulo de 130° ao longo eixo do dente. Sob as condições deste teste, incisivos centrais superiores tratados endodonticamente, com coroas naturais, demonstraram melhor resistência do que dentes tratados com, ambos, pino e núcleo fundido ou pinos de amálgama.

Kantor e Pines (1977) submeteram dentes despulpados à compressão e estresse de mastigação e determinaram que pino de aço inoxidável cimentado, aproximadamente, dobrou a resistência à fratura. O dente com pino cimentado apresentou grande resistência, seguido do dente controle sem reforço, pino e núcleo fundido; enquanto que o núcleo em resina composta registrou menor resistência.

Guzy e Nicholls (1979) foram os responsáveis por um dos primeiros trabalhos, no qual se demonstrou que a presença de um pino intrarradicular não reforça a raiz do dente. Esses autores compararam incisivos e caninos endodonticamente tratados e restaurados com e sem a utilização de pinos. Neste estudo, eles testaram um pino metálico pré-fabricado. Aplicaram uma carga por lingual, a um ângulo de 130° e observaram não haver diferença significativa entre os valores médios das cargas.

Mostraram que o pino metálico não reforçou o dente íntegro, fosse ele incisivo ou canino.

Sorensen e Martinoff (1984) estudaram a correlação, clínica e laboratorial, de 1273 dentes tratados endodonticamente e determinaram a importância clínica do reforço com pino e cobertura coronária. Este estudo incorporou estudos, *in vitro*, selecionados para determinar se fatores similares são clinicamente importantes para a longevidade do dente tratado endodonticamente. Avaliaram 6000 pacientes de 9 dentistas clínicos gerais. Concluíram que não houve um aumento significativo na resistência à fratura ou deslocamento, com reforço intra-coronário para os seis grupos anatômicos de dentes. A cobertura coronária não aumentou o índice de sucesso clínico para dentes anteriores superiores ou inferiores, mas foi significativa maior para pré-molares e molares superiores e inferiores ($p < .001$).

Trope, Maltz e Tronstad (1985), questionando se um pino intrarradicular realmente reforça um dente tratado endodonticamente, compararam a resistência à fratura de incisivos centrais superiores tratados sob diferentes métodos. Os 64 dentes foram divididos em 8 grupos. Dentes com a câmara pulpar, com ou sem restauração, com ou sem pino, foram montados em um ângulo de 50° e a resistência à fratura foi medida em uma máquina de ensaio Instron. Como resultado, os autores não encontraram nenhuma melhoria na resistência dos dentes após condicionamento ácido da dentina. O preparo do conduto para pino diminuiu significativamente a resistência do dente. A cimentação de um pino intrarradicular enfraqueceu o dente tratado endodonticamente.

Em 1990, King e Setchell, realizaram um experimento comparando o pino pré-fabricado de fibra de carbono com outros sistemas de pinos e núcleos. Para isso, utilizaram 40 incisivos centrais superiores, seccionados 2mm acima do limite

amelocementário, que receberam quatro diferentes tratamentos de reconstrução intra-coronária e restauração indireta, apresentando 1mm de colar abraçando o remanescente dental. O grupo 1 recebeu pino pré-fabricado metálico e núcleo fundido; grupo 2, restaurado com pino de carbono e núcleo metálico fundido; o grupo 3, pino de carbono e núcleo de compósito e grupo 4, restaurado com pino pré-fabricado metálico e núcleo de resina. Após aplicação da carga de compressão, a 130° em relação ao longo eixo do dente, os valores que ocasionaram fratura e os tipos da fratura foram registrados. Os resultados mostraram haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos restaurados com pino pré-fabricado metálico e núcleo de resina, com pino pré-fabricado metálico e núcleo fundido e com pino de carbono e núcleo de metálico. Os demais grupos não apresentaram diferença estatística entre si. Em todos os espécimes ocorreram fratura radicular com deslocamento do pino. Entretanto, o padrão de fratura foi significativamente mais favorável nos dentes restaurados com pinos de fibra de carbono, se comparado ao grupo restaurado com pino pré-fabricado metálico.

Em 1990, Lyons avaliou a máxima força de mordida dental alcançada. Para realização deste trabalho o autor utilizou-se de uma estrutura de aço inoxidável localizada entre os caninos que mensuravam a força de mordida dos pacientes neste local. Os resultados mostraram forças de mordida média na região de caninos em pacientes normais de 22kg enquanto pacientes bruxomanos apresentavam média de 26kg. Ele ainda observou que as forças máximas de mordida encontrada na região de caninos em pacientes normais foram de 32kg e 35kg.

Somkul e Stannard (1992) avaliaram a resistência à fratura de raízes de pré-molares inferiores, com ou sem tratamento endodôntico. Observaram que as raízes não tratadas mostraram as mais altas resistências à fratura e concluíram que os

fatores importantes para evitá-las seriam a quantidade de estrutura dentária remanescente; resistência do pino e a qualidade do sistema adesivo entre o material de preenchimento e dentina.

Lui (1994) estudou a polimerização da resina composta por meio de pinos plásticos transmissores de luz no interior de canais simulados comparando com o método de polimerização convencional. Foram utilizados pinos Luminex com 6 tamanhos diferentes de diâmetro (1.05mm, 1.20mm, 1.35mm, 1.50mm, 1.65mm e 1.80mm). Em geral, quanto maior o diâmetro do pino, maior foi a profundidade de polimerização. Ocorreu significativa diferença de profundidade entre os diferentes diâmetros, exceto entre 1.35mm e 1.50mm. Foi possível alcançar 11mm de profundidade utilizando este pino transmissor de luz.

Saunders e Saunders (1994) realizaram um estudo de revisão da literatura quanto à infiltração coronária como causa do insucesso da terapia endodôntica. a literatura comprovou que a influência da infiltração coronária quando o selamento apical, entre as paredes do canal e o material obturador, foi precário, permitiu que microorganismos e suas toxinas causassem inflamação nos tecidos periapicais. A infiltração de microorganismos ocorreu durante o preparo do espaço para pino com menos de 5mm de selamento apical e inadequado selamento coronário; e também quando associada aos dentes molares, onde foi recomendado que a guta percha ficasse apenas na entrada dos canais e no assoalho pulpar um material restaurador, como o amálgama ou ionômero de vidro; quando a camada de *smear layer* não foi removida. A revisão da literatura demonstrou que os canais radiculares foram recontaminados por microorganismos se a restauração definitiva seguida ao tratamento endodôntico demorava a ser realizada e uma restauração provisória existia em espessura e tipo de material inadequados, quando existia fratura da

restauração coronária ou dental e durante o preparo do espaço para pino permanecia, em espessura e densidade, material obturador inadequado.

Trope, Chow e Nissan, em 1995, avaliaram a penetração de endotoxina bacteriana através do canal obturado endodonticamente. E de acordo com os resultados desta avaliação, concluíram que a presença do selamento radicular foi crítica em relação à inibição da passagem de endotoxina através do canal e que a obturação não foi capaz de inibir sua infiltração, em aproximadamente 30% dos canais por 21 dias.

Dentes tratados endodonticamente e com finas paredes remanescentes têm recebido indicação de reforço radicular. Sendo assim, Saupe, Gluskin e Radke, em 1996, fizeram um estudo comparativo, in vitro, entre 40 incisivos centrais com paredes enfraquecidas, divididos em 4 grupos, utilizando reforço radicular e preparo de férula. Para simular a estrutura enfraquecida, o espaço do canal foi preparado com 8mm de comprimento e as paredes dentinárias desgastadas, deixando uma espessura de 0.5mm a 0.75mm. A broca número 4 do sistema de pino classic (Dentatus USA) foi usada para criar o assentamento centralizado, 2mm em direção apical, de cada 8mm do espaço para pino. Um colar de férula de 2mm foi preparado nas paredes das raízes de 10 dentes hígidos e de 10 dentes reforçados com resina. Os grupos foram os seguintes: grupo A, dente hígido, sem férula, pino e núcleo; grupo B, sem férula, raiz reforçada com resina, pino e núcleo; grupo C, dente hígido, com férula, pino e núcleo e grupo D, raiz reforçada com resina, com férula, pino e núcleo. A resina utilizada para o reforço foi polimerizada no interior do canal com o auxílio do pino Luminex Smooth Light Transilluminating (Dentatus USA). Todos os núcleos foram cimentados com cimento resinoso Enforce (Caulk/Dentsply). A resistência a cargas mastigatórias simuladas dos dentes com sistema de reforço

resinoso foi significativamente melhor do que os dentes com pinos e núcleos dos grupos sem reforço. As raízes fragilizadas que receberam o reforço resinoso e cimentação adesiva do núcleo não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os pinos e núcleos com férula ou sem férula.

Isidor, Odman e Brondum (1996) testaram a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de fibra de carbono pré-fabricados (C-Post), todos incluídos em blocos de resina e envolvidos por uma fina camada de silicona para a simulação do ligamento periodontal. Catorze dentes bovinos serviram a esse teste. O comprimento total do pino não superou 8,5mm. Na limpeza dos condutos, os autores empregaram EDTA a 17%, por 30 segundos, e, em seguida, hipoclorito de sódio a 5,25%, também por 30 segundos. Os pinos foram cimentados com cimento resinoso e o núcleo foi confeccionado com resina composta ativada quimicamente. Cada dente recebeu uma coroa total cimentada com fosfato de zinco. Foram submetidos a uma força de 250N, aplicada a um ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente. A comparação demonstrou que os pinos de fibra de carbono apresentaram resistência superior à dos pinos fundidos e à dos pinos de aço inox paralelos, estes também pré-fabricados. Discutindo seus achados, os autores ressaltaram o fato de existirem inúmeras variáveis inerentes ao tipo de teste por eles realizado; como por exemplo, citaram o tipo de material usado na confecção do pino, sua geometria, o formato da raiz, a quantidade de desgaste necessária para o preparo do canal, o comprimento e o diâmetro dos pinos, e até, o cimento utilizado para sua cimentação. Os autores também afirmaram que comparados aos pinos afunilados, os pinos paralelos lhes pareceram capazes de distribuir melhor o estresse.

Em 1996, Christensen procurou analisar a necessidade da colocação de pinos intrarradiculares em dentes tratados endodonticamente e, se realmente quando

cimentados no canal eram capazes de fortalecer estes dentes. Afirmou que a principal função dos pinos é promover a retenção para a restauração protética em dentes onde o tecido coronário foi perdido. Nos dentes tratados endodonticamente com perda mínima de estrutura dental, o autor recomenda a restauração com materiais ionoméricos, resinosos ou com amálgama de prata, sem a instalação de pinos no interior do canal, quando a perda de estrutura coronária é pequena. A restauração com pinos e núcleos só deve ser utilizada em casos extremos, como em dentes que perderam mais da metade da coroa dental. Nesta situação pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento tornam-se os mais indicados.

O objetivo do estudo de Chailertvanitkul, Saunders e Mackenzie (1996) foi determinar o efeito de três diferentes cimentos obturadores de canal quanto à penetração de bactérias. A infiltração através dos dentes experimentais mostrou bactérias em um período que variou de 7 a 86 dias e não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os diferentes cimentos utilizados neste estudo.

Para comparar infiltração coronária entre pino fundido e pré-fabricado e examinar o selamento coronário com pino e coroa temporários, Fox e Gutteridge, (1997) utilizaram trinta dentes unirradiculares tratados endodonticamente e preparados para pinos, divididos em três grupos com dez dentes cada. Grupo 1; recebeu pino/núcleo fundido cimentado com fosfato de zinco, Grupo 2: recebeu pino pré-fabricado Parapost (metálico) e núcleo de compósito cimentados com cimento resinoso e grupo 3: recebeu pino/coróa cimentados temporariamente com Tempbond (Kerr,Ltda), cimento de óxido de zinco e eugenol. Os dentes foram termociclados e imersos em tintura de Indian por uma semana, desmineralizados e tornados transparentes. Os resultados mostraram que enquanto, pino e núcleo fundido e pino pré-fabricado produziram um bom selamento, a infiltração foi significativamente maior

no pino e coroa provisórios ($p>0.05$). Concluíram que para prevenir reinfecção do sistema de canal, seria mais indicado restaurar o dente imediatamente com um sistema pré-fabricado de pinos e núcleos de compósito do que colocar um pino e coroa provisoriamente para subsequente cimentação de pino e núcleo fundido.

Nash, em 1998, em um artigo clínico da utilização dos pinos de fibras de vidro (Fibrekor Post, Jeneric-Pentron), relatou que esses pinos consistem em fibras de vidro paralelas préimpregnadas por resina. Destacou que esses pinos devem ser cimentados com um agente cimentante resinoso, e que uma das suas melhores características é possuir um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, sendo assim, capaz de distribuir as cargas na interface pino/dente mais uniformemente. Outra vantagem ressaltada foi a sua coloração, que oferece uma ótima estética. Ao descrever a técnica de cimentação, o autor indicou que, após testar o pino dentro do canal radicular, esse deve passar por uma limpeza com álcool e em seguida aplicar uma camada de silano e posterior jato de ar. Concluiu que os pinos cimentados com sistemas adesivos, como o de fibra de vidro, reforçam a estrutura dentária promovendo flexibilidade e prevenindo o risco de fraturas radiculares.

Martinez-insua et al. (1998) compararam dois tipos de restauração de dentes despulpados quanto à resistência à fratura. Um total de 44 dentes pré-molares foram distribuídos em 2 grupos. Grupo 1: restaurados com pino pré-fabricado de fibra de carbono e núcleo em resina; grupo 2: restaurados com pino e núcleo em metal tipo III de ouro fundido. O tamanho e formato do pino foram iguais para os dois grupos. Todos os dentes receberam cobertura total da coroa em metal não precioso. Receberam uma carga a 45° de inclinação com o longo eixo do dente. Os resultados foram de $103.7 \pm 53.1\text{kg}$ para o grupo I versus $202.7 \pm 125.0\text{kg}$ para grupo II. No

grupo II, a fratura quase sempre afetou o dente, enquanto no grupo I, pino/núcleo quase sempre fracassaram primeiro. Concluíram que significante maior limiar de fratura foi registrado para o grupo com pino/núcleo fundido. Os dentes, assim restaurados, apresentaram tipicamente fratura dental, embora clinicamente, raramente, possa ocorrer esse valor de carga para fratura dental.

Stockton (1999) discutiu os fatores que afetam a retenção de um pino baseado em uma extensa revisão de literatura, com o objetivo de proporcionar um guia para a restauração de dentes tratados endodonticamente otimizando a retenção enquanto limita o risco de fratura. Os aspectos observados foram: comprimento, diâmetro e desenho do pino, agente de cimentação, método de cimentação e formato do canal. Finalizando, o autor comentou que a retenção e a resistência à fratura são dois fatores importantes que devem ser conseguidos durante a restauração com grande perda de estrutura dentária, mas que, freqüentemente, ao se alcançar à retenção, a resistência radicular fica reduzida. Ressaltou que uma avaliação minuciosa do tratamento pode determinar uma resistência adequada. E que, é aconselhável analisar cada situação de acordo com o caso clínico, pois um único sistema de pino não pode suprir todas as necessidades.

Kimmel (2000) discutiu, em um artigo, as recentes pesquisas e descobertas na literatura científica quanto à restauração de dentes tratados endodonticamente, particularmente com o canal amplo ou cônico. Relatou tempos de mudanças, pois no passado não haveria dúvida em relação à escolha da restauração, utilizaria pino, núcleo e coroa total fundidos, citando o avanço e desenvolvimento dos pinos pré-fabricados, que têm se tornado mais populares que os pinos fundidos. Mudanças no conceito de uso dos pinos, que era usado para aumentar a resistência e reforçar o dente tratado endodonticamente e estudos recentes mostram que os pinos tornam o

dente mais susceptível à fratura. O autor sugeriu que pensamentos atuais propõem o uso de pinos somente quando há insuficiente estrutura dental para suportar restauração. Se existir suficiente estrutura, a melhor opção será restaurar sem pino com uma restauração adesiva. Nos tempos anteriores ao seu trabalho, era necessário fazer um pino longo e o mais largo possível, sem prejudicar o selamento endodôntico apical, para se obter retenção. Pesquisas recentes têm mostrado que o formato é preferencialmente responsável por retenção quando comparado com o comprimento. Pinos paralelos seriam mais retentivos que os cônicos. O comprimento do pino seria limitado por duas variáveis: formato da raiz e necessidade do selamento endodôntico apical. Analisou alguns estudos que concluíram que em condições normais ou mesmo com perda de 2mm de altura do osso alveolar, um pino curto seria mais seguro do que um longo. Reduziria os riscos de perfuração e fratura radicular. O autor ressaltou que o profissional fica em um dilema, pois para escolher o pino mais retentivo, portanto com paredes paralelas, o preparo realizado para a sua adaptação desgastaria estrutura dentinária, tornando o dente com finas paredes, mais susceptível a fratura. Considerando dentes com canais amplos ou cônicos e mínima estrutura remanescente de paredes, o autor observou que pinos fundidos seriam contraindicados por induzirem um efeito de cunha na raiz, podendo resultar em fratura radicular; porém, os pinos pré-fabricados disponíveis em vários diâmetros, ativos ou passivos, não se adaptariam precisamente ao canal, resultando em uma espessa camada de cimento, o que comprometeria o prognóstico em longo prazo. Porém, esta ampla interface de cimento pode ser capaz de absorver a força de um impacto, reduzindo a transmissão de energia, reduzindo a probabilidade de fratura. Finalizou o artigo, orientando os requisitos dos pinos para se alcançar uma desejável restauração em canais amplos ou cônicos, que foram os seguintes: estar

bem adaptado, necessidade de mínima remoção de estrutura dentária, ser resistente, possuir suficiente módulo de elasticidade para absorver força e flexão, reforçar a raiz, utilizáveis em canais que apresentem irregularidades e apresentar simplicidade na confecção e técnica.

Câmara, Machado e Romiti (2000) analisaram a resistência radicular à fratura, comparando quatro tipos diferentes de retentores radiculares (fundidos e pré-fabricados). Os resultados mostraram que o sistema Radix-Anker (pino pré-fabricado metálico) foi o que apresentou a maior resistência, seguido dos dentes reforçados com amálgama e portadores de núcleos metálicos fundidos, dentes com pinos fundidos normais e dentes portadores de reforço pelo sistema Luminex 2000 e pino pré-fabricado. Na análise dos resultados, observaram uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%, quando comparados os grupos Radix-Anker e Luminex, pois em comparação com dentes reforçados com amálgama e portadores de núcleos metálicos fundidos, não houve diferença estatisticamente significativa.

Ferrari, Vichi e Garcia-Godoy (2000) realizaram um estudo retrospectivo avaliando o resultado do tratamento com pino/ núcleo fundido e Sistema Composipost (fibra de carbono) após quatro anos do procedimento clínico. Foram 200 pacientes divididos em 2 grupos de 100. Grupo 1: Composipost cimentados no canal com cimento resinoso C e B. Grupo 2: pino /núcleo fundidos cimentados com fosfato de zinco. Os pacientes após seis meses, 1, 2 e 4 anos foram avaliados clinicamente e radiograficamente, quanto à restauração e ao tratamento endodôntico. Os resultados obtidos para o grupo 1 foram: de 95% dos dentes restaurados com sucesso, 3% não compareceram e 2% insucesso endodôntico; grupo 2: 84% dos dentes restaurados com sucesso, 2% não compareceram, 9% fratura radicular, 2% deslocamento da coroa e 3% insucesso endodôntico. Após análise estatística houve

significante diferença estatisticamente entre os grupos ($p < 0.001$). Os resultados deste estudo indicaram que o Sistema Composipost foi clinicamente superior ao convencional pino/núcleo fundido após quatro anos do procedimento clínico.

Um sistema inovador, Luminex® Smooth LigthTransmitting Post System (Dentatus USA, Ltda), com a proposta de restaurar e reforçar as paredes do canal do dente tratado endodonticamente foi utilizado por Miranzi et al., em 2001. Os autores compararam a resistência à compressão entre dois grupos. No grupo A utilizaram pino metálico fundido e no grupo B, pino pré-fabricado Sistema Luminex. Encontraram os seguintes valores para grupo B variando de 49.2 kfg a 151.7 kfg e para grupo A, valores de 39.2 kfg a 93.8 kfg. Nos resultados obtidos houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos comparados. A resistência dos pinos metálicos fundidos foi estatisticamente mais baixa em relação à dos pinos pré-fabricados do Sistema Luminex. Com a utilização da técnica adesiva e resina composta fotopolimerizável na raiz de dentes despolpados e a polimerização por meio de um pino liso fototransmissor do Sistema Luminex, os autores exemplificaram uma metodologia clínica para reforçar os canais radiculares.

Stewardson, em 2001, realizou um estudo retrospectivo da literatura sobre os sistemas de pinos para restauração de dentes tratados endodonticamente. O autor relatou que os pinos têm sido utilizados com duas finalidades: reter o núcleo e reforçar a raiz. Porém, observou que há controvérsias se o uso de pinos reforçaria o dente tratado endodonticamente ou favoreceria fraturas dentais. E enfatizou que a principal proposta do uso de pinos é prover ancoragem para um núcleo sobre o qual uma restauração pode ser colocada. Analisando os principais fatores que determinam a retenção de um pino, selecionou os seguintes: comprimento, conicidade, tipo de superfície e tratamento da superfície do pino e o tipo de material

cimentante. Os fatores importantes que predispuseram à fratura radicular foram: inadequada espessura de dentina, uso de pinos cônicos, uso de pinos rosqueáveis, pinos curtos, fracasso em criar a férula do adequado comprimento e conicidade. Como vantagem de se utilizar pinos metálicos, o autor se baseou no alto índice de sucesso que vem sido reportado a longo período, enquanto a respeito dos pinos não metálicos ainda não há um amplo estudo retrospectivo. Vantagem quanto à sua adaptabilidade, pois o pino e núcleo fundido podem compensar as disparidades entre a angulação da raiz e a posição da coroa. Quanto à sua resistência, os pinos fundidos não apresentaram o potencial de separar ou quebrar o pino do seu núcleo. As suas desvantagens foram: induzir um alto índice de fraturas radiculares, apresentar estética desfavorável, difícil remoção de pinos longos, podem apresentar corrosão dentro do canal. Os pinos não metálicos apresentaram como vantagem em comparação com os metálicos a simples técnica para remoção, quando necessário retratamento endodôntico ou com a ocorrência de fratura radicular, não corroem, são biocompatíveis e são capazes de reforçar a raiz, quando com a intenção de uni-lo à dentina utiliza-se agente de união dentinária para sua cimentação. O autor se referiu aos pinos não metálicos disponíveis divididos em material compósito ou cerâmico. Os pinos de fibra de carbono e quartzo compõem os pinos de compósito que são envoltos por uma matriz de polímero de resina. E apresentam como filosofia de uso, imitar as propriedades físicas da dentina, distribuição da melhor forma do estresse à raiz e reduzido índice de fratura radicular.

Akkayan e Gülmez (2002) realizaram um estudo, in vitro, comparativo do efeito do pino de titânio, pino de quartzo, fibra de vidro e pino de zircônia, grupos 1,2,3 e 4 respectivamente, sobre a resistência à fratura radicular. Utilizaram 40 caninos superiores humanos tratados endodonticamente. Todos os pinos foram

cimentados com sistema adesivo Single Bond (3M Dental Products, St Paul, Minn) e cimento resinoso dual Rely X ARC (3M Dental Products, St Paul, Minn). Todos os dentes receberam núcleo de compósito e coroa metálica, ambos cimentados com ionômero de vidro (Vitremer, 3M Dental Products, St Paul, Minn). Receberam uma carga compressiva a um ângulo de 130° com o longo eixo dental, a uma velocidade de 1mm/min até a fratura ocorrer. Os resultados foram analisados estatisticamente. As cargas (Kg) de fratura foram 66.95, 91.20, 75.90 e 78.91 para os grupos 1 ao 4, respectivamente. Dentes restaurados com pino de quartzo apresentaram significante maior resistência a fratura ($p < .001$) do que os outros três grupos. Dentes restaurados com zircônia e fibra de vidro foram estatisticamente similares ($p > .05$). As fraturas que permitiram reparação ocorreram nos grupos 2 e 3, enquanto as irreparáveis ocorreram nos grupos 1 e 4.

Scotti, Ciocca e Baldissara (2002) avaliaram, *in vivo*, a microinfiltração de quatro diferentes materiais de preenchimento provisórios (Cavit-W, IRM, Gutapercha, Fermit-N), após um período de uma semana. Observaram que todos os materiais foram diferentes entre si, mas concluíram que dentro de um período de uma semana, os materiais proporcionaram uma boa propriedade de selamento provisório. Concluíram que todos os materiais foram considerados apropriados para um selamento provisório se eles não permanecerem na cavidade oral por um período maior que uma semana.

Em 2002, Hagge, Wong e Lindemuth, investigaram o efeito da espessura de cimento na retenção de pinos pré-fabricados cimentados com cimento resinoso Panavia 21OP, em raízes tratadas endodonticamente. Os espaços de 10mm de comprimento para pinos foram preparados em quatro tamanhos diferentes. Grupo 1, broca n.º 5 do Parapost (Coltene/Whaledent); Grupo 2, broca n.º 5.5 do Parapost;

Grupo 3, broca Gates Glidden Dentsply/Maillefer n.º 6 e Grupo 4, broca n.º 6 do Parapost. Todos os grupos receberam o pino Parapost de n.º 5 cimentado com Panavia 21OP. Os pinos foram removidos por uma máquina de teste universal a uma velocidade de 1mm/min. Os valores registrados em kg foram 15.07; 25.60; 43.15; 37.75 para os grupos 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Os pinos cimentados nos espaços preparados com as brocas maiores à correspondente ao tamanho do pino apresentaram maior retenção. Portanto, concluíram que a espessura de cimento deve ser consideravelmente maior à considerada ideal pela literatura anterior.

A proposta de Demarchi e Sato (2002) foi de comparar microinfiltração coronária em 2 condições. Vinte e oito molares superiores foram tratados endodonticamente e divididos em dois grupos e dois grupos controles. Grupo 1: técnica de restauração imediata, pino e núcleo pré-fabricado cimentado definitivamente, utilizando isolamento absoluto e Grupo 2 : dentes preparados para pino e restaurados com pino e coroa cimentados provisoriamente. Controle negativo: duas camadas de verniz e 2mm de amálgama e 3mm de cimento de fosfato de zinco foram inseridos dentro do canal. Controle positivo: o canal foi deixado vazio. Todos os dentes passaram por 700 ciclos de 5°C e 55°C por 1h e após termociclagem foram imersos em tintura *black Índia* por uma semana e realizada a transparência. Os resultados indicaram que a cimentação definitiva dos pinos pré-fabricados obtiveram o melhor selamento ($p<0.01$). Infiltração foi significativamente maior com pino e coroa provisória e similar ao grupo controle positivo.

Varela et al. (2003) analisaram, *in vitro*, o efeito do hipoclorito de sódio sobre a adesão e a resistência à tensão de diferentes protocolos de cimentação de pinos. Dentes unirradiculares foram divididos em: Grupo 1, 60 dentes que não receberam tratamento e Grupo 2, 60 dentes que receberam tratamento com hipoclorito de sódio

10%. Para Grupo 1 e 2 foram quatro protocolos de cimentação (15 dentes em cada) avaliados: ED Primer adesivo + Panavia 21Ex; ED Primer adesivo + Cimento Dual; Panavia 21Ex; e Cimento Dual. Os *tags* de resina, camadas híbridas sobre a dentina peritubular e a superfície do pino foram analisadas pelo microscópio eletrônico de varredura. Os dentes receberam uma carga uniaxial pela máquina de teste eletromecânica até ocorrer a falha no cimento. Nos resultados, apresentaram no Grupo 2 *tags* cilíndricos e sólidos e no Grupo 1 *tags* cônicos e vazios. A resistência à tensão no Grupo 1 mostrou que Panavia 21Ex foi o cimento mais resistente enquanto no Grupo 2 o mais fraco e o cimento Dual com adesivo o mais resistente. No Grupo 2 com apenas o Panavia a resistência à adesão diminuiu e quando usado com a combinação de adesivo aumentou. Concluiu-se que o tratamento com hipoclorito de sódio não alterou significativamente a resistência à adesão, mas quando combinado com ED Primer adesivo uma melhora significativa na adesão ocorreu. Observou-se uma relação positiva entre o aumento de números de *tags* e maior resistência à adesão.

Grandini, Sapio e Simonetti reportaram, em 2003, um caso clínico em que um novo tipo de pino de fibra foi utilizado em combinação com cimento resinoso dual em um canal amplo e não cilíndrico. Um pino de fibra de vidro foi inserido e modelado com resina fotopolimerizável, assim chamado pino anatômico. A cimentação seguiu os mesmos procedimentos usados para pinos translúcidos. Um ótimo assentamento do pino ao canal foi alcançado, portanto reduzindo a camada de cimento necessária. Os autores indicam esta técnica para a clínica de rotina para os canais amplos e não cilíndricos.

Bouillaguet et al. (2003) testaram as hipóteses que a resistência de união do cimento adesivo à dentina radicular seria reduzida quanto ao fator C, processo de

polimerização, ao tipo de material e seria menor quando mais próxima ao ápice do dente. Caninos e pré-molares foram preparados para cimentação de pinos utilizando-se Single Bond/ Rely X ARC, ED Primer / Panavia F, C e B Metabond e Fuji Plus. Os pinos utilizados foram feitos sob medida com resina composta Z100 (3M ESPE, St Paul, MN, USA). Os dentes foram divididos em dois grupos. Para raízes hígdas, a cimentação dos pinos seguiu o padrão clínico de procedimento. Para as raízes planas (assim chamadas às raízes que foram separadas longitudinalmente em duas partes em todo o seu comprimento), os pinos foram cimentados diretamente no canal exposto. Todas as raízes foram cortadas em fatias de 0.6mm de espessura, recortadas méso-distalmente e receberam carga 1mm/min até ocorrer a falha de união. A resistência à adesão foi baixa para todos os cimentos das raízes hígdas e planas ($p < 0.05$). Não houve diferença entre os pinos cimentados com Single Bond/ Rely X ARC, ED Primer / Panavia F, mas ambos apresentaram adesão menor que os cimentos C e B Metabond e Fuji Plus. Para Single Bond/ Rely X ARC e Fuji Plus uma significativa redução da resistência à adesão foi observada na dentina próxima ao ápice radicular.

Maccari, Conceição e Nunes (2003) avaliaram, *in vitro*, o papel da composição de pinos estéticos pré-fabricados na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Trinta incisivos e caninos superiores tiveram a coroa removida, na junção esmalte-cimento, para obter um comprimento padrão de 17mm das raízes. Após o tratamento endodôntico, as raízes foram divididas em grupos conforme o tipo de pino utilizado: Aesthetic-Post (fibra de carbono); FibreKor Post (fibra de vidro) e CosmoPost (zircônia). Os pinos foram cimentados com sistema adesivo All Bond2 e cimento resinoso CeB, conforme orientação do fabricante. As coroas foram produzidas em resina composta (Tetric Ceram) usando uma matriz de

poliéster e os dentes incluídos em anéis metálicos com resina acrílica e mantidos em solução salina a 4°C por 24h. A resistência à fratura foi determinada pela máquina de teste universal EMIC DL-2000, a uma velocidade de 0,5mm/min em um ângulo de 45° no terço médio da coroa. Os resultados foram analisados pela análise de variância e teste de Tukey($p \leq .001$) e foram os seguintes: para Aesthetic-Post, 83.5 kgf; FibreKor Post, 85.7kgf e CosmoPost, 36.5kfg. A resistência do CosmoPost foi significativamente menor do que os outros pinos. Dentes restaurados com CosmoPost obtiveram fratura do pino e em três espécimes ocorreu fratura radicular associada. Os dentes restaurados com os outros pinos apresentaram fratura nas coroas de compósito.

Em 2003, Grandini ressaltou a importância do pino anatômico por atingir uma boa adaptação ao canal radicular. Essa adaptação foi avaliada pela espessura delgada de cimento resinoso interposto entre o espaço endodôntico e o próprio pino. O exame sob o microscópio eletrônico de varredura foi um método direto e preciso na avaliação das espessuras de cimento de fixação, e recentemente foi demonstrado como o pino padronizado é notavelmente menos preciso que o anatômico. Os dados foram verificados em cortes de 1-4, 5-8mm da junção amelocementária. A presença de uma exígua espessura de cimento determina uma distribuição mais uniforme das cargas oclusais transmitidas e permite conter a contração de polimerização do material resinoso e o estresse determinado por ela. Além disso, a presença de um pino anatômico no canal reduz o número e as dimensões de lacunas e bolhas no interior do cimento de fixação.

Hu et al. (2003) avaliaram o tipo de fratura e a resistência à fratura em 40 incisivos superiores humanos, divididos em 4 grupos com diferentes sistemas de pino e coroa. Grupo 1: rosqueável, paralelo e pino/núcleo fundidos; grupo 2:

rosqueável, paralelo, pino pré-fabricado e núcleo em resina composta; grupo 3: pino de fibra de carbono e núcleo de resina composta e grupo 4: pino de cerâmica e núcleo em resina composta. Todos os dentes receberam coroa total metálica. Os dentes receberam uma carga com a velocidade de 0.5mm/min e em um ângulo de 45°. Não houve diferença estatisticamente entre as cargas aplicadas nos grupos e a fratura radicular mais catastrófica ocorreu no grupo restaurado com pino de cerâmica e núcleo de resina composta.

Newman et al. (2003) compararam o efeito de três tipos de pinos de fibra reforçados com resina sobre a resistência e tipo de fratura em dentes tratados endodonticamente. Utilizaram 90 dentes incisivos centrais superiores divididos em 8 grupos experimentais e um grupo controle de 10 espécimes com Parapost (aço inoxidável). Oitenta dentes foram distribuídos em dois grupos principais chamados de canais largos e canais estreitos. Para o grupo de canais estreitos, o espaço para pino foi preparado com a broca correspondente para restaurar o dente com os pinos FibreKor (fibra de vidro), Luscent anchors (fibra de vidro) e Ribbond (fibra trançada de polietileno) de 1.5mm, 1.6mm e 2.0mm de diâmetro, respectivamente. Para os canais largos, finas paredes foram simuladas e os mesmos pinos cimentados. Os pinos pré-fabricados (FibreKor e Luscent anchors) para canais estreitos e largos foram cimentados com cimento resinoso autopolimerizável (Cement-in e 3M Scotchbond Multipurpose) e compósito fluido (Flow-it Self e 3M Scotchbond Multipurpose), respectivamente. Enquanto para Ribbond (Flow-it Self e 3M Scotchbond Multipurpose). Utilizou-se compósito fluido fotopolimerizável para os dois tipos de canais. Os espécimes receberam uma carga até ocorrer a fratura, a uma velocidade de 0.5mm/min. Os dados foram analisados com a análise de variância e Student teste ($p < .05$). A análise estatística revelou não existir diferença entre os

canais estreitos e largos quanto à carga registrada entre os sistemas de pinos, exceto para os pinos Ribbond ($p < .01$). Para os canais estreitos, a carga menor foi de 4.55 (± 1.49)kg para Ribbond a maior 12.9 (± 1.64)kg para Luscent anchors. Para os canais largos, a carga menor foi de 9.04 (± 1.76)kg para FibreKor a maior igual para ambos Luscent anchors e Ribbond, 12.87 (± 2.69)kg e 12.87 (± 3.54)kg, respectivamente. Parapost, grupo controle, tiveram o maior valor (18.33 ± 3.27)kg ($p < .05$). Os pinos de fibra reforçados com compósito não apresentaram fratura radiculares, enquanto o grupo Parapost apresentou três fraturas radiculares. Concluíram que o tipo de fratura estava relacionado com a deflexão dos pinos de fibra reforçados com compósito que protegeram o remanescente de estrutura dental.

Marchi et al. (2003) avaliaram a resistência à fratura de raízes bovinas enfraquecidas internamente reconstruídas com diferentes materiais de preenchimento e pinos pré-fabricados Radix-Anker n.º 3. Os materiais usados foram o cimento resinoso (All Bond C e B), cimento de ionômero de vidro modificado (Vitremer), cimento poliácido modificado (Dyract AP 60) e resina composta (Z100). Incisivos inferiores foram preparados simulando estrutura fragilizada, com uma broca esférica 1016 (K. G. Sorensen, Barueri, São Paulo, Brazil) aprofundou-se 9mm dentro do canal, outro desgaste foi realizado com uma broca esférica 3017HL (K. G. Sorensen, Barueri, São Paulo, Brazil), no terço médio aprofundou-se 7mm e finalmente com a broca esférica 3018HL (K. G. Sorensen, Barueri, São Paulo, Brazil) no terço cervical 4mm, deixando uma espessura de parede dentinária de 0.5mm. Sobre o coping metálico cimentado nas coroas aplicou-se uma carga tangencial compressiva a um ângulo de 135° em relação ao longo eixo das raízes a uma velocidade de 0,5mm/min. Este ângulo foi escolhido porque é o mais próximo do ângulo interincisal de 134.5° determinado pela análise ortodôntica de Moyers. As

raízes restauradas com cimento resinoso apresentaram o menor valor de resistência à fratura, mas apresentaram diferença estatisticamente significante quando comparada com o cimento de ionômero modificado e com as raízes sem desgaste. Entre os grupos que receberam Vitremer, Dyract AP e Z100 verificou-se similar resistência à fratura, apresentando a maior média o grupo com Vitremer. Nos resultados o grupo que não foi desgastado simulando raiz fragilizada foi o que obteve maior resistência à fratura, demonstrando que a resistência é diretamente proporcional à quantidade de estrutura dentinária remanescente. Nenhum dos materiais avaliados conseguiu alcançar o valor registrado pelo grupo controle, sem desgaste.

Mitsui et al. (2004) avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de raízes de dentes bovinos restaurados com diferentes sistemas de pinos intrarradiculares. Setenta e cinco raízes de dimensões semelhantes foram selecionadas e divididas em 5 grupos (n=15): grupo 1, pino fundido, grupo 2: pino de titânio, grupo 3: pino de fibra de carbono, grupo 4: pino de fibra de vidro e grupo 5: pino de óxido de zircônia. Após a cimentação dos pinos, as raízes foram incluídas em resina acrílica e submetidas ao teste de resistência à fratura com uma carga compressiva a um ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente, a uma velocidade de 0.5mm/min. Todos os resultados foram estatisticamente analisados com análise de variância e teste de Sidak. O pino de titânio apresentou maior valor de resistência à fratura quando comparado com os pinos de fibra de vidro e pino de óxido de zircônia e valor similar comparado ao pino de fibra carbono. As raízes restauradas com pino fundido apresentaram resultado semelhante às raízes com pinos pré-fabricados. Concluíram que todos os sistemas de pinos pré-fabricados avaliados apresentaram semelhante

resistência à fratura quando comparados ao pino metálico fundido e entre os pré-fabricados os pinos de titânio e carbono seriam os melhores indicados.

A união entre o cimento adesivo ao tecido dentinário e materiais restauradores é esperada sem que ocorra uma contração de polimerização de sua camada aplicada nas restaurações. Isto faz concluir que inibindo a deformação de contração haverá influencia sobre o estresse e rigidez em direção perpendicular à superfície do substrato. Sobre esses fundamentos que o objetivo do estudo de Jager, Pallav e Feilzer, em 2004, foi de investigar a relação entre as diferentes proporções de camadas de cimento e a rigidez dessas camadas. Foi utilizado o cimento RelyX ARC (3M, St Paul, MN, USA). O real módulo de Young e o índice de Poisson foram determinados e usados em modelos com diferentes fatores C (0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 e 6.0) em um programa de análise tri-dimensional de elemento finito. O aparente módulo Young foi medido em camadas com a espessura de 0.5mm (C=6.0) e 6.0mm (C=0.5) e comparado com os resultados de análise de elemento finito. O aparente módulo Young da camada de 0.5mm foi 20% maior do que o da camada de 6.0mm. Este resultado foi confirmado pelo resultado da análise de elemento finito. Para camadas mais finas a rigidez foi 25% maior do que o módulo Young.

Para investigar a associação entre a restauração coronária e o sucesso da terapia endodôntica Lynch et al., em 2004, examinaram pacientes que realizaram tratamento endodôntico em uma Universidade na Irlanda, durante o período de 1993-96. Fatores demográficos e dentais como idade, gênero, tipo de dente, tipo de restauração e *status* dental foram registrados no momento do exame. O *status* dental foi definido como dente presente ou ausente após um ano da data do tratamento. De 176 dentes (166 pacientes) tratados, o sucesso foi maior nas restaurações fundidas

(91.7%), amálgamas (86.5%) ou restaurações com compósitos (83%) do que nas restaurações temporárias (34.5%) ($p < 0.0001$). Concluíram que o sucesso do tratamento pode ser associado com restaurações coronárias permanentes. A perda de dentes tratados endodonticamente ocorreu, na maioria das vezes, quando foram restaurados temporariamente.

Schwartz e Robbins (2004) realizaram uma revisão de literatura quanto à restauração de dentes tratados endodonticamente. Abordaram a questão de o tratamento endodôntico não tornar o dente mais frágil, por degradação das propriedades físicas e mecânicas da dentina e também da perda de estrutura dentária durante o acesso ao tratamento endodôntico, cárie ou restaurações pré-existentes que pode contribuir para uma estrutura fragilizada, favorecendo a fratura dental. Destacaram os seguintes fatores restauradores que afetam o prognóstico endodôntico: microinfiltração coronária (cárie recorrente ou contaminação por saliva devido à fratura da restauração); restaurar rapidamente o dente após tratamento endodôntico, com materiais adesivos, ionômero ou compósitos; dentes restaurados com pinos provisórios têm dificuldade em manter o selamento provisório apresentando contaminação; cobertura de cúspide para impedir flexão e fratura. Em relação à indicação do uso de pinos, seria indicado para reter um núcleo em dentes com grande perda coronária, sendo que o espaço para o pino deveria ser devidamente preparado para não haver risco de perfuração no terço apical ou lateralmente, no terço médio, corretamente selecionado o tamanho do pino para não haver risco de fratura. A retenção, um princípio que se refere à habilidade do pino de resistir à força de deslocamento vertical, pode ser influenciada pelo comprimento, diâmetro, conicidade, material de cimentação, formato passivo ou ativo do pino. Os autores relataram que quanto maior for o comprimento e diâmetro do pino, maior é a

retenção. São mais retentivos os pinos paralelos em relação aos cônicos, e os pinos ativos em relação aos passivos. Porém, observaram que aumentando o diâmetro, maior é a perda de estrutura dental, tornando o dente mais frágil; por isso, para prevenir o risco de fratura dental não seria recomendado este procedimento. Esclareceram que a resistência se refere à capacidade de o pino e o dente suportarem forças lateral e rotacional, e é influenciada pela quantidade de estrutura dental remanescente, rigidez e comprimento do pino, presença de sinal antirrotação e férula. Analisaram os tipos de fracasso ou fratura e concluíram que os pinos menos rígidos como os de fibra, causaram fraturas reparáveis, os dentes preparados com férula também apresentaram fraturas mais favoráveis. O tipo do material do núcleo influenciou no fracasso. Núcleos em resina fracassaram mais favoravelmente do que os de amálgama e ouro. A estrutura dental deveria ser preservada com mínima remoção e pinos metálicos não reforçaram a raiz. Os pinos de carbono ganharam popularidade em 1990. A principal vantagem proposta foi que era mais flexível que o metálico e tinha aproximadamente o módulo de elasticidade semelhante ao da dentina. Quando cimentado com cimento resinoso, as forças eram distribuídas uniformemente na raiz diminuindo as fraturas. Apresenta cor escura/preta originalmente, uma desvantagem para a restauração estética. Atualmente existem versões brancas e relativamente fáceis de remoção.

Um estudo comparativo entre a distribuição do estresse na dentina e na camada de cimento, em dentes incisivos superiores tratados endodonticamente, foi realizado pela análise de elemento finito por Lanza et al., em 2005. Um modelo 3D de elemento finito (13272 elementos e 15152 nódulos) de incisivo central superior foi criado. Uma força mastigatória estática de 10N foi aplicada a um ângulo de 125° com o longo eixo do dente na face palatina da coroa. Os pinos que foram analisados

foram de aço, carbono e fibra de vidro, todos cimentados com materiais de módulos de elasticidade diferentes (7.0 e 18.7 GPa). Os sistemas mais resistentes (pinos de aço e de carbono) tiveram sua função comparada com a função natural do dente. O valores máximos Von Mises equivalente ao estresse alcançados de 7.5 (aço), 5.4 e 3.6MPa (para pinos de carbono cimentados com alto e baixo módulo, respectivamente), e 2.2MPa (pinos de fibra de vidro cimentados com alto e baixo módulo, respectivamente) foram observados sob uma carga mastigatória estática de 10N. O pino mais rígido trabalhou criando zonas de tensão e cisalhamento em ambos, dentina e camada de cimento, quando em função natural dental. Concluiu-se que a influência da elasticidade da camada de cimento foi menos relevante quando a flexibilidade do pino foi maior na redistribuição do estresse. Pino de aço, mais rígido que pinos de carbono e fibra de vidro, com cimento tradicional, por não ser adesivo como o cimento resinoso, não permitiu uma distribuição homogênea do estresse.

Yoldas e Alaçam (2005) realizaram um estudo para avaliar a profundidade de polimerização da resina composta por três diferentes meios dentro de canais simulados: pinos plásticos transmissores de luz (n.º4 Luminex, Dentatus, USA), pino de fibra de vidro reforçados com compósito (n.º1 Postec, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), ambos com o mesmo diâmetro e método convencional. Trinta blocos plásticos pretos com 15mm de comprimento e 4mm de diâmetro interno foram divididos em três grupos, conforme os meios de polimerização. O tempo utilizado de polimerização foi de 90 segundos. Para assegurar a contínua mudança da propriedade do material conforme maior profundidade, um teste de microdureza foi realizado 2mm, 4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm e 14mm da superfície de exposição da luz. Os resultados mostraram um significativo aumento em microdureza do compósito (profundidade de polimerização) para ambos os grupos com pinos

plásticos transmissores de luz e com pino de fibra de vidro reforçados com compósito, em relação ao grupo controle. E a microdureza do compósito foi maior com pinos plásticos transmissores de luz do que com pino de fibra de vidro reforçados com compósito após 8mm.

Grandinia et al. (2005) avaliaram a resistência à fadiga de diferentes tipos de pinos e observaram suas estruturas através do microscópio eletrônico antes e depois de realizado o teste. Selecionaram 8 tipos de pinos: Grupo 1, fibra de carbono Easypost (Krug, Milano, Italy); Grupo 2, fibra de vidro Para Post Fiber White (Coltene/Whaledent, Mawhaw, NJ, USA); Grupo 3, fibra de vidro FibreKor (Jeneric/Pentron, Wallingsford, CT, USA); Grupo 4, fibra de vidro Ghimas White (Ghimas, Casalecchio di Reno, Bologna, Italy); Grupo 5, fibra de vidro pré-tensionada DT Light-Post radiopaque (RTD, Grenoble, France); Grupo 6, fibra de vidro FRC Postec (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein); Grupo 7, Fibra de vidro LuscentAnchors (Dentatus, New York, NY, USA); Grupo 8, fibra de sílica Snowpost (Carbotech, Ganges, France). Do total de quinze pinos, dez pinos foram usados para o teste de fadiga e os outros cinco pinos foram processados no microscópio eletrônico. O teste foi aplicado até 2 milhões de ciclos serem completados ou até ocorrer a fratura. Para a avaliação da proporção fibra/resina e dimensão da fibra no microscópio eletrônico foi usado um método de escala de três passos. O teste de fadiga mostrou significativa diferença estatisticamente entre os pinos. Grupo 5 e 6 obtiveram performance melhor do que todos os outros grupos, resistindo a praticamente todos os números de ciclos estipulados. Todos os outros pinos fraturaram antes do término do teste. Nas observações no microscópio eletrônico a integridade da superfície dos pinos mostrou que os grupos 4-6 tiveram o melhor escore para cortes longitudinal e transversal.

Naumann, Preuss e Frankenberger (2006) investigaram o efeito do pino de fibra de vidro (Fiberpoints Root Pins Glass, 13mm, Schuetz-Dental) sobre a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, excessivamente desgastados, com e sem férula dentinária remanescente, utilizando um cimento universal autoadesivo (RelyX Unicem- 3M ESPE) e um cimento resinoso dual (Panavia F- Kuraray Japan). Trinta e dois dentes incisivos superiores foram divididos em 4 grupos (n=8). Em dois grupos os dentes foram desgastados 2mm acima e em 2 grupos desgastados no nível da junção esmalte-cimento. Os grupos dividiram-se da seguinte forma: G1 recebeu dente sem férula e paredes excessivamente desgastadas, com uma espessura de 0.5-0.75mm, com pino cimentado, cimento universal autoadesivo (Rely X Unicem, 3M ESPE); G2 recebeu dente sem férula, com pino, cimento universal autoadesivo (Rely X Unicem, 3M ESPE); G3 recebeu dente com férula e pino, cimento universal autoadesivo (Rely X Unicem, 3M ESPE); G4 recebeu dente com férula, pino, cimento resinoso dual (Panavia F, Kuraray). Todos os espécimes foram restaurados com resina composta (Clearfil Core, Kuraray). Pode-se observar que os dentes com excessivo desgaste e sem férula apresentaram o menor valor de resistência. Os dentes sem férula e sem desgaste da espessura das paredes apresentaram pouca resistência com maior desvio padrão do que os dentes com remanescente. Os dentes com pinos cimentados com cimento resinoso convencional alcançaram o maior valor de resistência. Todos os dentes do G1 e apenas quatro dentes do G2 apresentaram fraturas restauráveis. A combinação entre férula e paredes sem desgaste ocasionou as piores fraturas. O fracasso ocorrido no G1, no qual foi utilizado cimento autoadesivo, deu-se por perda de retenção, deslocando pino e coroa. De acordo com este estudo, concluíram que dentes desgastados, sem férula e restaurados com pinos de fibra de vidro, cimentados com

cimento autoadesivo e com coroa total cerâmica, não revelaram uma capacidade de resistência à carga que possa ser recomendada para o uso clínico.

Escribano et al. (2006) estudaram como o material de pinos intrarradiculares pré-fabricados afeta o desempenho mecânico de dentes restaurados. Utilizaram dois diferentes materiais (fibra de vidro e aço inoxidável) com diferenças significativas de módulo de elasticidade. Uma combinação de método, teórico e experimental, foi utilizada: primeiro foi realizado um teste experimental de resistência à fratura com 60 incisivos centrais superiores humanos extraídos. Os dentes foram descoronados, tratados endodonticamente e restaurados, 30 receberam pino de fibra de vidro e os outros 30 receberam pino de aço inoxidável. As informações foram armazenadas e os resultados comparados utilizando a ANOVA teste. A técnica de elemento finito foi utilizada para desenvolver um modelo do dente restaurado. Para ambos sistemas de pinos, o modelo permitiu estudar o modo de distribuição do estresse no dente restaurado sobre carga externa. Para os dentes restaurados com pinos de aço inoxidável uma baixa resistência à carga foi registrada para ocorrer a fratura, comparada com os dentes com pinos de fibra de vidro (520N versus 803N). Uma alta concentração de estresse confirmou uma pior performance mecânica devido ao diferente módulo de elasticidade. Considerando as limitações do estudo, concluíram que o pino com módulo de elasticidade semelhante ao da dentina apresentou uma melhor performance biomecânica.

Em 2006, Hayashi et al. realizaram um estudo para testar a hipótese nula de que não há diferença na resistência à fratura de dentes restaurados com diferentes tipos de pinos e cobertura total da coroa. Em pré-molares superiores humanos extraídos foram usados pinos de fibra de quartzo (D.T. Light Post n.º 3, Bisco, Inc), pino metálico pré-fabricado (AD Post n.º4, Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan) e pino

metálico fundido (Liga de ouro Tipo II, Morita Co., Osaka, Japan). Dentes sem preparo para restauração com pino e com cobertura total da coroa serviram como grupo controle. Os pinos foram cimentados com cimento resinoso dual Duolink (Bisco, Inc.). Uma carga vertical com inclinação de 90° ou uma carga oblíqua de 45° foi aplicada nos dentes a uma velocidade de 0.5mm/min e o tipo de fratura e carga foram registrados. Sob a condição de carga vertical, a carga de fratura de dentes restaurados com pinos metálicos fundidos foi a maior entre os grupos. Todas as fraturas em todos os grupos se propagaram na região média das raízes, e também nos ápices dos pinos. Sob a condição da carga oblíqua, a carga de fratura nos dentes restaurados com pinos pré-fabricados metálicos foi significativamente menor que os outros grupos. Dois terços de fratura nos grupos de pinos de fibra se propagaram no terço cervical da raiz, enquanto a maioria das fraturas nos outros grupos estendeu-se além do terço médio das raízes. Conforme os resultados deste estudo, concluiu-se que sob condições de carga vertical e oblíqua, a combinação de pinos de fibra e núcleo em resina composta com coroa total metálica é a mais indicada para proteger o remanescente de estrutura dental.

Katz et al. (2006) avaliaram a espessura de dentina residual de 25 pré-molares birradiculares, após o preparo de canal e espaço para o pino Parapost. A espessura de dentina residual foi comparada com a original em oito aspectos e em três níveis. Na região palatina, a média da espessura original de dentina é de 0.99mm (terço coronária) e 0.78mm (terço médio). Após o preparo para pino a remoção de dentina foi de 31%. A diferença entre a espessura de dentina residual foi significativamente alta considerando os procedimentos (preparo do canal e pino, $p < 0.0001$), corte (médio, coronário, $p < 0.0001$) e oito aspectos ($p < 0.0001$). Este estudo, *in vitro*, enfatizou a mínima largura de dentina na região vestibular,

especialmente em direção a bifurcação. Portanto, concluíram que pinos deveriam ser evitados nesta raiz.

Através de análise de elemento finito, Nakamura et al., em 2006, avaliaram a distribuição do estresse em incisivos superiores tratados endodonticamente e restaurados com pinos e coroa total cerâmica. A tensão de estresse foi observada utilizando um modelo bi-dimensional de elemento finito com diferentes diâmetros e comprimentos de pinos. Um pino com 1/3 de comprimento de raiz (curto), enquanto o outro com 2/3 (longo). Um pino com 1/3 de diâmetro (estreito) e o outro com 2/3 (largo). Utilizaram pino e coroa de ouro fundido, pino de aço inoxidável e coroa de resina, pino de fibra e coroa de resina. Os resultados mostraram que pinos de fibra produziram menor estresse na dentina radicular ao seu redor do que os pinos metálicos. Portanto, estes resultados sugeriram que para reduzir o estresse e causas de fraturas radiculares, um pino longo e estreito de fibra poderia ser utilizado.

A proposta de estudo de Balbosh e Kern, em 2006, foi de avaliar o efeito do tratamento da superfície do pino de fibra de vidro sobre a retenção quando cimentados com cimento resinoso e submetidos à idade artificial. Após a remoção da coroa e do tratamento endodôntico, 32 raízes unirradiculares foram divididas em 4 grupos, conforme o tratamento da superfície do pino. O espaço para pino foi preparado com 10mm. No G1 utilizou-se limpeza com álcool, no G2 limpeza com álcool e condicionamento com ED-Primer, no G3 partículas de abrasão e no G4 partículas de abrasão e condicionamento com ED-Primer. Todos os pinos foram cimentados com Panavia F após o condicionamento da dentina radicular com ED Primer e sem o condicionamento com o ácido. Os espécimes foram armazenados em água à 37°, por 30 dias e submetidos a 7500 ciclos térmicos (5°C/55°C) e, 300000 ciclos de carga mecânica com 30N. A retenção foi mensurada em uma

máquina de teste universal a uma velocidade de 2mm/min e os resultados analisados pelo teste ANOVA e Tukey. O deslocamento foi observado em microscópio com magnificação de 8x e 20x. Dentro das limitações deste estudo puderam concluir que os pinos com tratamento de partículas de abrasão obtiveram maior retenção e o tratamento com ED Primer não obteve um resultado significativamente maior quanto à retenção. O modo de fracasso foi apenas adesivo entre as interfaces cimento resinoso/pino para os pinos que não passaram por abrasão. Vários modos de falha de adesividade entre as interfaces cimento resinoso/dentina, cimento resinoso/pino e coesividade do cimento foram observados nos pinos que receberam partículas de abrasão. Concluíram que o tratamento da superfície do pino com ED Primer antes da cimentação com Panavia F, não produziu aumento significativo na retenção, mas que o tratamento com partículas de abrasão aumentou significativamente a retenção.

Os pinos estéticos tem sido desenvolvidos para maximizar a fundação de restaurações estéticas. Os autores Perdigão, Gomes e Lee (2006) estudaram o efeito da silanização do pino sobre a resistência adesiva de três pinos de fibra reforçados com resina. Cinquenta e quatro incisivos centrais e caninos superiores extraídos de humanos foram tratados endodonticamente. Os pinos D.T.Light Post (DT, Bisco), FRC Postec (FR, Ivoclar Vivadent) e Parapost Fiber White (PP, Coltene/Whaledent) foram inseridos nos dentes utilizando o sistema adesivo conforme orientação do fabricante. Para a metade de cada grupo, o pino de fibra foi tratado com a solução de silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent). O teste de *push out* foi realizado em três diferentes secções de cada raiz e a resistência avaliada. O uso de silano não resultou em nenhuma diferença estatisticamente significativa em qualquer nível da raiz e a resistência adesiva não apresentou diferença (MPa) para cada tipo de pino. Quando os registros foram ocorridos, o uso de silano não resultou

em nenhuma diferença estatisticamente significativa de resistência adesiva $p > 0.403$. Sem silano (12.7 ± 8.4), com silano (14.1 ± 7.0). O terço coronário da raiz (17.5 ± 6.7) resultou estatisticamente em uma ótima adesão comparada ao terço médio (12.9 ± 6.8) e ao terço apical (9.8 ± 7.3). O terço médio e o apical não apresentaram diferença estatisticamente em resistência adesiva, como o tipo de pino também não. Dentro das limitações deste estudo os autores concluíram que a aplicação do silano não aumentou a resistência adesiva entre os pinos de fibra e o cimento resinoso. O terço coronário obteve uma adesão mais confiável que o terço apical e médio e o tipo de pino não afetou a adesão à estrutura radicular.

Salameh et al. (2006) compararam a resistência à fratura entre 90 molares inferiores restaurados com resina composta, com ou sem pinos de fibra, com diferentes paredes coronárias remanescentes. Receberam uma carga compressiva até ocorrer fratura. Os resultados obtidos tiveram significativa diferença entre os grupos. O número de paredes remanescentes influenciou os resultados e o uso de pinos de fibra otimizou os modos de fratura. Foram 5 grupos removendo as seguintes paredes coronárias: no grupo 2 a parede distal, no grupo 3 as paredes distal e mesial, no grupo 4 parede distal, mesial e lingual, no grupo 5 todas as paredes e apenas o grupo 1 manteve todas as paredes e a câmara pulpar preenchida com resina composta. Do grupo 2 ao 5 foram divididos subgrupos, onde um grupo recebeu apenas reconstrução com resina composta e o outro pinos de fibra de vidro D.T.Light Post e resina composta. Os dentes receberam uma carga compressiva paralela ao longo eixo do dente, a 2mm do topo da cúspide lingual em direção a fossa central, simulando uma carga oclusal. A carga máxima registrada neste estudo, para o grupo controle, foi de 1198N que é maior do que a máxima de mordida e mastigação de estudos anteriores registradas. Dentre as limitações deste estudo

puderam concluir que a resistência à fratura dos molares restaurados com resina composta foi principalmente afetada pelo número de paredes coronárias residuais. Mais paredes, maior o benefício, apesar de sugerir que a perda de uma parede compensaria o fator C. A presença do pino de fibra otimizou o resultado das fraturas e facilitou o retratamento.

Dikbas et al. (2007) avaliaram a resistência à fratura de incisivos tratados endodonticamente e restaurados com pino de fibra de quartzo, núcleo de resina composta e coroas com diferentes tipos de remanescente coronário. Foram utilizados 60 incisivos centrais, divididos em 6 grupos. O G1 foi o grupo controle onde os dentes apenas receberam o tratamento endodôntico. No G2 os dentes receberam 2mm de férula circunferencial. No G3 os dentes receberam 2mm de férula apenas na região vestibular; no G4 os dentes receberam 2mm de férula apenas na região palatina; no G5 os dentes receberam férula nas regiões palatina e vestibular, e cavidade na região interproximal. E o G6 os dentes não receberam férula. Todos os dentes receberam pino de fibra de quartzo, núcleo em resina composta e coroa metálica em Ni-Cr cimentadas com fosfato de zinco. Uma carga compressiva foi aplicada até que ocorresse a fratura. Analisaram os resultados dos valores registrados e observaram diferença estatisticamente significativa entre o G1 e G6. Esta diferença foi esperada, pois o G1 não apresentava desgastes, então representava o grupo mais resistente, enquanto o G6 o menos. E concluíram que entre os outros grupos não apresentaram diferença estatisticamente, pois a posição de férula não interferiu na resistência à fratura.

Bonfante et al. (2007) investigaram a resistência à fratura e modo de fracasso de dentes com raízes enfraquecidas reconstruídas por métodos diferentes. Utilizaram pino metálico, pino de fibra de vidro com diâmetro menor ao do canal, fibra de vidro

com o diâmetro menor ao do canal e tiras de fibra de vidro, pino de fibra de vidro com diâmetro menor ao do canal mais pinos acessórios de fibra de vidro, pino anatômico (pino de fibra de vidro menor diâmetro ao do canal modelado com resina composta de baixa viscosidade). Os pinos foram cimentados com cimento resinoso e a porção coronária reconstruída com resina composta. Coroas metálicas foram cimentadas e os espécimes receberam uma carga compressiva para registrar os modos de fratura em uma máquina de teste universal. Os valores registrados dos grupos 1 ao 5 foram, respectivamente, 1087.06; 745.69; 775.41; 920.64; 876.12 kgf, com significativa diferença entre os grupos 1 e 2 e entre os grupos 1 e 3 ($p < 0.05$). Os modos de fratura observados foram: G1: 100% das raízes fraturadas; grupos 2 e 4 modos variáveis de fratura ; G3: 60% das fraturas ocorreram no terço cervical da raiz; G5: 50% das fraturas ocorreram na porção coronária do pino. A resistência à fratura dos dentes com pino metálico, pino anatômico e pino de fibra com pinos acessórios foram similares. Todos os dentes restaurados com pino metálico apresentaram fratura desfavorável à manutenção da estrutura remanescente. Dentes com pinos de fibra de vidro apresentaram fraturas variáveis, entretanto a porcentagem maior de fraturas desfavoráveis foi de 30%.

Através da análise do elemento finito, Uddanwadiker, Padole e Arya, em 2007 estudaram o modo preciso da distribuição do estresse em dentes tratados com diferentes pinos e núcleos, considerando a propriedade não linear do ligamento periodontal. Quatro pinos diferentes na constituição e formato foram avaliados quanto à deformação e estresse linear. Pinos e núcleos metálicos, pinos de fibra de vidro, pinos de fibra de carbono e pinos de titânio com núcleos de resina composta. Para cada restauração, pinos paralelos, cônicos e rosqueáveis foram modelados. Os resultados indicaram que para ótima resistência, rigidez e flexibilidade, pinos de fibra

cônicos, com núcleo de resina composta, foram os escolhidos. E concluíram que as dimensões dos pinos podem ser modificadas para reduzir o estresse na cavidade oral e também o risco de fraturas deles e radiculares. Sugeriram que a flexibilidade do sistema pino/núcleo induziram menor estresse para a estrutura radicular e conseqüentemente menor risco de fratura. Portanto, devido à pequena flexibilidade dos pinos metálico e de titânio, existiu chance de fratura.

Salameh et al. (2007) realizaram um estudo em que oitenta dentes pré-molares superiores preparados com cavidades MOD foram divididos em 4 grupos e divididos em 2 subgrupos, com ou sem pinos de fibra. Dentes com pinos FRC PostecPlus, n.º 1 (Ivoclar-Vivadent), foram restaurados com coroa metalocerâmica, porcelana Empress II (Ivoclar-Vivadent), compósito reforçado com fibra ADORO (Ivoclar-Vivadent) ou zircônia (Procera, Nobel Biocare). A carga foi aplicada na fossa central, paralela ao longo do eixo do dente, a uma velocidade de 1mm/min. Os tipos de fratura foram mais favoráveis na presença do pino especialmente para coroa metalocerâmica e Empress II. Para ADORO e zircônia, a diferença entre ter pino ou não, foi reduzida. Os pinos contribuíram para reforçar e aumentar a resistência de dentes despolpados contra cargas compressivas verticais. Considerando os tipos de fraturas, a colocação de pinos de fibra melhorou a fratura de não restaurável para restaurável. Este estudo sugeriu que pinos de fibra melhoram a resistência à fratura mesmo sob coroas totais.

Qing et al. (2007) compararam a resistência à fratura entre incisivos centrais e caninos superiores preparados com 2mm de férula divididos em grupos restaurados com pino de fibra de vidro e pino de zircônia, ambos com parte coronária em resina composta (Durafil) e grupo controle com pino metálico (Ni-Cr) cimentado com cimento resinoso Panavia F. Todos os grupos receberam coroa metálica cimentada

com cimento de oxifosfato de zinco. A um ângulo de 135° com o longo eixo da raiz, na face palatina, aplicou-se uma carga compressiva a uma velocidade de 0.5mm/min, até ocorrer a fratura. Em todos os dentes ocorreram fratura, na maioria oblíqua e com a trinca iniciando na margem palatina da coroa e propagando em direção vestibular e apical. A linha de fratura entre 81.8% espécimes foi semelhante. Pinos e coroas não fraturaram, talvez pelo efeito da férula ou da coroa metálica. Concluíram que o grupo controle registrou maior fracasso em relação à resistência à fratura.

Wu et al. (2007) avaliaram dois materiais restauradores quanto à efetividade para reforçar raízes com paredes finas e quanto à resistência de adesão à dentina radicular. Utilizaram 21 incisivos centrais superiores, que após tratamento endodôntico foram preparados deixando 1,0mm de espessura de parede radicular. Os dentes foram divididos em três grupos: G1 (controle), pino largo metálico fundido cimentado; G2, o espaço do pino foi preenchido com resina composta dual RBC (BIS-CORE, Bisco Int.) e preparado para um pino metálico fundido de diâmetro menor; G3, seguindo o G2, mas o espaço do pino foi preenchido com ionômero de vidro ChemFil Superior (Dentsply). Os dentes receberam uma carga na região palatina a um ângulo de 135° com o longo eixo do dente e uma velocidade de 2.0mm/min até registrar a fratura radicular. A resina composta demonstrou reforçar significativamente as paredes radiculares, enquanto o ionômero de vidro não reforçou. A resistência a adesão da resina foi de 21.7 MPa e do ionômero de 12.9 MPa. Concluíram que uma camada intermediária de resina composta e um pino metálico de diâmetro menor aumentaram a resistência à fratura radicular.

Maccari et al. (2007) avaliaram a resistência à fratura de canais cônicos restaurados com dois tipos de pino de fibra reforçados com resina : fibra de vidro,

FRC Postec (Ivoclar Vivadent) e fibra de quartzo, D.T. Light Post (Bisco Dental Products) e com pino metálico de Níquel Cromo. As coroas dos incisivos centrais superiores e caninos foram removidas abaixo da junção esmalte cimento obtendo um comprimento da raiz de 17mm. Após o tratamento endodôntico o espaço para pino de 11mm foi preparado com a broca do kit D.T. Light-post com 1,5mm de diâmetro. Todas as raízes foram desgastadas com uma broca cônica (n.º 3131, KG Sorensen, São Paulo, SP, Brazil), obtendo o diâmetro de 2.5mm, 2mm e 1.8mm na porção cervical, média e apical, respectivamente. Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso e as coroas metálicas cimentadas com fosfato de zinco. Os dentes foram submetidos ao teste de resistência à fratura pela máquina de teste universal (EMIC DL-2000, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brazil). Receberam uma carga de compressão a um ângulo de 45 graus na face lingual (2mm abaixo da borda incisal) a uma velocidade de 0.5mm/min. As fraturas foram classificadas como reparáveis e irreparáveis. Os dentes restaurados com pinos metálicos tiveram dupla fratura comparados com os pinos de fibra reforçados com resina, que fraturaram também, porém de modo reparável. Neste estudo a resistência à fratura e modo de fratura foram diferentes nos dentes anteriores restaurados com pinos de fibra reforçados com resina e pino metálico. A resistência à fratura dos pinos metálicos foi maior que aos de fibra de resina que apresentaram comportamento semelhante entre eles. Os pinos metálicos tiveram fraturas oblíquas e verticais irreparáveis no terço médio da raiz. O fracasso ocorrido nos pinos de fibra foi até o terço cervical. Uma explicação seria que esses pinos possuem um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, facilitando a dissipação do estresse. E, além disso, a espessura da camada do cimento deve ter absorvido o estresse da carga de compressão. Para esses pinos o espaço entre eles e as paredes do canal foi amplo e preenchido

somente com o cimento resinoso. Já os pinos metálicos foram modelados no canal, portanto ajustados ao canal, não havendo muito espaço entre eles e as paredes do canal. Existem vários estudos que avaliam a resistência à fratura, mas sem a presença de coroa total, periodonto e raízes enfraquecidas, cujos resultados não podem ser comparáveis aos desse trabalho.

Jung et al. (2007) compararam microinfiltração e classificaram tipos de fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com vários tipos de pinos sob cargas dinâmicas. A coroa de 40 dentes humanos incisivos inferiores foi seccionada na junção esmalte cimento. Os dentes foram tratados endodonticamente e divididos em quatro grupos (n=10) restaurados com pino metálico fundido, pino metálico pré-fabricado (Parapost), pino de fibra reforçado de resina (FRC Postec) e pino cerâmico (Cosmopost). Após o preparo do espaço para pinos, esses foram cimentados com cimento resinoso ativação dual (Duolink). Com exceção do pino metálico fundido, o núcleo dos outros pinos foi confeccionado diretamente com resina composta fotopolimerizável (Light-Core). Uma carga intermitente de 98N, a 1Hz, foi aplicada para 50000 ciclos, em um ângulo de 135° ao longo eixo do dente restaurado, o qual foi imerso em solução básica de 0.5% de fucsina. O índice da superfície corada da área total da superfície radicular seccionada foi determinado usando um programa de análise de imagem. Os resultados foram analisados pelo ANOVA teste e pelo teste de Duncan, de índice múltiplo. O tipo de fratura foi classificado de acordo com a sua linha de propagação no dente. O grupo que recebeu pino metálico fundido apresentou significativo alto nível de microinfiltração comparativamente com os outros grupos. Quanto ao tipo de fratura, os grupos com o FRC Postec e Cosmopost, apresentaram fratura favorável ao retratamento. O número de ciclos de cargas repetidas não foi significativamente diferente entre os grupos. Puderam concluir que

ambos os pinos, FRC Postec e Cosmopost, registraram menor microinfiltração sob cargas dinâmicas e o tipo de fratura ocorrido favorável ao retratamento.

A resistência adesiva e o efeito da silanização de pinos de fibra inseridos com diferentes sistemas adesivos foram avaliados por Wrbas et al., em 2007. Sessenta pinos DT Light (fibra de quartzo, n.^o1) foram utilizados. Trinta pinos receberam o pré-tratamento com silano. Os pinos foram cimentados em canais de raízes bovina com 12mm de comprimento. Seis grupos foram formados: G1, Prime&Bond NT/Calibra cimento resinoso tipo dual; G2, Monobond-S+Prime&Bond NT/Calibra; G3, ED Primer/Panavia21ex; G4, Monobond-S+ED Primer/Panavia 21ex; G5, RelyX Unicem; e G6, Monobond-S+RelyX Unicem. A resistência adesiva encontrada em megapascal foi de 7.69 (0.85) para o G1, 7.15 (1.01) para G2, 6.73 (0.85) para G3, 6.78 (0.97) para G4, 4.79 (0.58) para G5, e 4.74 (0.88) para G6. O G1 alcançou significativa resistência adesiva do que G3 e G5; G3 teve significativa maior valor do que G5 ($P < .05$; procedimento Scheffé). Silanização não teve efeito significativo ($P > .05$, one-way análise de variância). Resistência à tensão adesiva foi significativamente influenciada pelo tipo de cimento resinoso. Concluíram que a silanização da superfície de pinos de fibra pareceu não ter relevância clínica.

Abo El-Ela, Atta e El-Mowafy (2008) compararam a resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente e restaurados com diferentes combinações de pinos não metálicos com adesivos auto-condicionantes. Foram 7 grupos com as seguintes combinações, seguindo as instruções do fabricante: G1 (grupo controle) pino metálico ParaPost com cimento ionômero de vidro; G2, pino Light Post (quartzo) com Clearfil SE Bond agente de união e Panavia-F; G3, pino Light Post com Xeno-III agente de união e Panavia-F; G4, pino ParaPost Fiber White (fibra de vidro) com Clearfil SE Bond agente de união e Panavia-F; G5, pino

ParaPost Fiber White com Xeno-III agente de união e Panavia-F; G6, pino everStick com Clearfil SE Bond agente de união e Panavia-F; e G7, pino everStick com Xeno-III agente de união e Panavia-F. A porção coronária foi confeccionada com resina composta (TPH). Os dentes foram posicionados a um ângulo de 135 graus com a horizontal e receberam a força de compressão no centro da fosseta lingual. O teste foi realizado pela máquina de teste universal a uma velocidade de 2m/min até a fratura ocorrer, sendo esta classificada em fratura pequena (porção coronária), moderada (porção cervical, ainda restaurável) e severa (horizontal e oblíqua, não restaurável). O G7 registrou o maior valor de força a fratura do que os outros grupos ($p < 0.05$), exceto para os grupos 4 e 6; o grupo 1 o menor valor. As fraturas dentais foram menos severas com os pinos não metálicos do que com os pinos metálicos. Concluíram que o uso do pino everStick foi associado com o maior valor de força à fratura, apesar do agente de união utilizado, uma vez que o pino metálico foi o menor valor.

Clavijo et al. (2008) apresentaram em um artigo um protocolo clínico para confecção de núcleos intrarradiculares que proporcionam um núcleo intimamente adaptado ao remanescente radicular e com propriedades mecânicas semelhantes à estrutura dentária, apresentando-se assim como uma alternativa aos convencionais núcleos metálicos fundidos. Esses núcleos seriam pinos modelados (resina composta associada a pinos pré-fabricados de fibra de vidro), associados às coroas de porcelana *metal free*.

Moosavi, Maleknejad e Kimyai (2008) compararam resistência à fratura de dentes anteriores restaurados com três métodos diferentes. Os autores levaram em consideração os fatores como trauma em dente imaturo, reabsorção interna, cárie extensa, desordens congênitas, restaurações prévias amplas ou

sobreinstrumentação durante tratamento de canal que podem resultar em um canal amplo e cônico, com poucas paredes remanescentes induzindo fraturas radiculares. Após o tratamento endodôntico, criaram três grupos (n=10) com dentes desgastados simulando canais cônicos e pouca estrutura remanescente, e um grupo sem desgaste. As paredes internas do canal ficaram com 3.5mm de largura na superfície oclusal e 1.5mm no ápice. O comprimento radicular para receber o pino foi de 8mm e a parte coronária com 6mm. Cada grupo 1, 2 e 3 recebeu, respectivamente, reforço com resina composta Clearfil DC Core Automix (Kuraray America, Inc., New York, NY, USA), dois Reforpins (Angelus, Londrina, PR, Brazil) e cimento resinoso Panavia F. A parte coronária foi restaurada com resina composta Clearfil Photo Core. No grupo 1, um pino de plástico transparente Lumenix (Dentatus USA, Ltd., New York, NY, USA) foi inserido no centro do canal para transmitir a luz fotopolimerizante à resina composta ao longo da raiz. Após a polimerização ele foi substituído por um pino n.º 3 D.T. Light post R.T.D FRC post (Bisco Inc., St Egrevé, France) cimentado com PanaviaF (Kuraray America, Inc., New York, NY, USA). Os grupos 2 e 3 receberam o pino n.º 3 D.T. Light post R.T.D FRC, respectivamente, com Reforpins e cimento Panavia F; e somente cimento Panavia F. O grupo 4 com remanescente dentinário, sem desgaste, recebeu apenas pino cimentado com Panavia F. Aplicou-se a carga a uma velocidade de 0.5mm/min e um ângulo de 45 graus ao longo eixo do dente na superfície palatina até a falha ocorrer. Os resultados pelo teste Kruskal-Wallis revelaram diferença significativa entre os grupos ($P < 0.05$). Os dentes reforçados com resina composta apresentaram o menor valor de resistência e os dentes que não foram desgastados o maior valor. Grupo 1, 390N; grupo 2, 500N; grupo 3, 230N e grupo 4, 830N. O número de fraturas restauráveis para os grupos

1,2 e 4 foram respectivamente 10,8 e 6. O grupo 3 apresentou a maioria das fraturas não restauráveis.

Através da análise de elemento finito, Gurbuz, Sengul e Altun, em 2008, estudaram o efeito da distribuição do estresse do uso de pinos curtos e restaurações com diferentes materiais. Os materiais restauradores usados foram a combinação de duas resinas compostas diferentes (Valux Plus e Tetric Flow), resina poliácida modificada (Dyract AP) e fibra de polietileno (Ribbond Fiber + Bonding agent+ Tetric Flow). Uma força de 100N foi aplicada a um ângulo de 148° com a borda incisal da face palatina do incisivo central superior. Quando utilizou-se Tetric Flow, o menor valor de estresse (43.6MPa) foi registrado. O máximo valor foi obtido quando se utilizou Ribbond fiber e Tetric Flow (66.8MPa). Os resultados da análise mostraram que as propriedades mecânicas e o módulo de elasticidade do material restaurador influenciaram o estresse gerado no esmalte, dentina e restauração. Concluíram que materiais restauradores baseados em resina, com alto módulo de elasticidade foram inadequados para pinos curtos e coroa em dentes tratados endodonticamente. Recomendaram materiais com baixo módulo de elasticidade, portanto similar ao da dentina.

Okada et al. (2008) seguindo a análise de elemento finito, estudaram a influência de pinos pré-fabricados sobre a distribuição do estresse internamente nas raízes. Quatro tipos de pinos pré-fabricados foram analisados; entre eles, dois tipos de fibra de vidro com baixo e alto módulo de Young; pino de titânio e pino metálico. Em todos os modelos durante a função, o estresse foi calculado, apresentando diferentes concentrações na raiz na região mais apical dos pinos. Registraram os seguintes valores para o estresse: 8.7MPa para o pino de fibra de vidro de baixo módulo; 9.3 MPa para o pino de fibra de vidro de alto módulo de Young; 11.7 MPa

para o pino de titânio e 13.9 MPa para o pino metálico. Concluíram que o pino de fibra de vidro de baixo módulo seria o mais apropriado material para pino, por registrar o menor valor de estresse, significando uma menor possibilidade de fratura radicular. Não houve diferença na magnitude de estresse von Mises na região cervical e apical da raiz.

Para determinar a influência do tipo de pino e material de cimentação sobre a resistência à adesão à dentina, Kremeiera et al., em 2008, utilizaram raízes de incisivos centrais superiores de dentes humanos tratadas endodonticamente e preparadas com as respectivas brocas de cada sistema de pino testado. Pino de fibra de vidro (Luscent Anchor, Dentatus) foi cimentado usando três sistemas adesivos do tipo dual (Excite DSC/Variolink II, Vivadent; EnaBond/EnaCem, Micerium; Prime & BondNT/Calibra, DentSply DeTrey). Uma marca diferente de pino de fibra de vidro (EasyPost, DentSplyMaillefer) e pino de fibra de quartzo (DT Light Post, VDW) foram cimentadas utilizando Prime & BondNT/Calibra, DentSply DeTrey). Pino em ouro (Perma-dor, VDW) foi cimentado adesivamente também seguindo revestimento químico de silicato (Rocatec, ESPE-Sil, 3M ESPE; Prime & BondNT/Calibra, DentSply DeTrey) ou usando convencionalmente o cimento de ionômero de vidro (KetacCem, 3M ESPE). Três fatias de 2mm de altura foram cortadas perpendiculares ao pino de cada raiz restaurada. A resistência à adesão foi verificada pelo teste *push out* usando uma máquina de teste universal. Para todos os grupos a resistência aumentou da região coronária para apical. Observou-se uma significativa diferença entre os grupos de pinos de fibra (DT Light Post / Prime & BondNT/Calibra > Luscent Anchor / Prime & BondNT/Calibra; Mann–Whitney U-teste com ajuste Bonferroni–Holm: $P < 0.05$; EasyPost / Prime & BondNT/Calibra alcançada entre eles, mas não entre os cimentos (Luscent Anchor / Excite

DSC/Variolink II, Luscent Anchor / EnaBond/EnaCem,Luscent Anchor / Prime & BondNT/Calibra). Os pinos em ouro foram equivalentes a DT Light Post / Prime & BondNT/Calibra com o mesmo procedimento de cimentação. Concluiu-se que a seleção do tipo de pino pode ser mais importante para resistência à adesão que o material de cimentação. A adesão de pinos de fibra foi equivalente, mas não superior à cimentação adesiva ou convencional dos pinos em ouro.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo objetivou comparar a resistência à fratura entre raízes restauradas com pino metálico fundido, pino pré-fabricado de fibra de vidro e pino anatômico; analisando o tipo de fratura ocorrida.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais descritos a seguir: tipo do material, nome comercial e fabricante.

Ácido fosfórico a 37%, Condac 37, FGM Produtos Odontológicos LTDA, Joinville, SC

Agulha de aspiração, 40:10, Ilbras CBO. Ind. Cirúrgica e Óptica, Campinas, SP

Álcool 70%, Fórmula e Ação Laboratório Farmacêutico Ltda, SP

Algodão, Apolo, SP

Aparelho de RaioX Timex 70, Gnatus, Ribeirão Preto

Aparelho fotopolimerizador Optilight, Gnatus, Ribeirão Preto

Aparelho microscópio odontológico, Opto, São Carlos, SP

Azul de Metileno, Reagentes Analíticos Dinâmica, 0,5N, Ind. Bras.

Bastão de guta percha, Dentsply Ind. E Com. Ltda, Petrópolis, RJ

Broca Lentulo, nº35, 25mm, Maillefer, Balaigues, Switzerland

Calcadores, do tipo Paiva n.º 3 e 4, Trinity Ltda, São Paulo, SP

Caneta de alta rotação, Kavo do Brasil S.A. Ind. E Com.- Joinville-SC

Caneta para retroprojeto, A.W. Faber Castell S.A.-São Carlos, S.P.

Cânula metálica, 40:20, Ilbras CBO. Ind. Cirúrgica e Óptica, Campinas, SP

Catalisador para silicone C, Indurent Gel, Zhermack, Rovigo, Itália

Cimento de fosfato de zinco, Cimento LS, Vigodent, RJ

Cimento endodôntico, AH Plus, Dentsply Ind. E Com. Ltda, Petrópolis, RJ

Cimento resinoso, Panavia F, half kit light (Kuraray Medical Inc, Okayama Japão)

Citodur, DoriDent, Vienna, Austria

Clearfil SE BOND, Introductory Kit, Kuraray,Tokyo, Japão

Compressa de gaze hidrófila, Cremer, Blumenau, SC

Cones acessórios de guta percha MFR1, Dentsply Maillefer, Ind. Bras

Cones de guta pecha Principal (secunda série), Dentsply Maillefer, Ind. Bras

Cones de papel, segunda série, Dentsply, Maillefer, Ind. Bras.

Contra ângulo, Kavo do Brasil, Joinville, SC

Copo descartável de plástico, Copaza, Ind.Bras.

Delineador 1000N,Bio-Art equipamentos odontológicos LTDA, São Carlos, SP

Disco de Carburundum, Labordental, SP

EDTA 17%, Fórmula e Ação Laboratório Farmacêutico Ltda, SP

Endo PTC, gel , Fórmula e Ação Laboratório Farmacêutico Ltda, SP

Espátula de inserção, n.º 1 e n.º 24, SS White Duflex, RJ

Espátula para gesso, Golgran, SP

Espátula, n.º 31, SS White Duflex, RJ

Espátula, n.º 50 e n.º36, Millenium, Ind. Bras.

Filme Plástico de PVC, Magipack, SP

Filme radiográfico Dental Intra Oral E-Speed Film, Kodac Brasileira Com. E Ind.,SP

Frasco de plástico com tampa

Gesso comum Tipo II, Asfer, SP

Gral de borracha para gesso, Indusbello, SP

Guta percha, bastão, Odahcam, RJ

Hipoclorito de Sódio 1%, Fórmula e Ação, Farmácia de Manipulação, SP

Instrumento explorador, n.º5 ,SS White Duflex, Rio de Janeiro, RJ

Lamparina a álcool, Jon, São Paulo, SP

Lima endodôntica segunda série do tipo K, Maillefer, Balaigues, Switzerland

Máquina de ensaio universal Kratos, modelo K2000MP, Equipamentos ind. Ltda, SP

Matriz em resina acrílica para a porção coronária do núcleo (padronização)

Metal Vera Bond 2, 100g, Ni-Cr, AALBADENT,USA

Micromotor mod. Intra, Kavo do Brasil- Joinville-SC

Paquímetro digital série 500 Digimatic Caliper, Mitutoyo America Corporation, USA

Pinça clínica, SS White Duflex, Rio de Janeiro, RJ

Pincel 0 Condor 475 Pelo- Brasil ,Ind.Bras.

Pincel descartável tipo microbrush, Optimum Com.Resp Ltda, São Paulo, SP

Pinos de fibra de vidro, Whitepost DC, n.º 2, FGM Produtos Odontológicos Ltda, SC

Placa de vidro grossa, Jon, SP

Ponta diamantada, n.º 3070, Metalúrgica FAVA. Ind. Bras..

Pote de vidro com tampa para resina acrílica

Potes de vidro Dappen

Régua calibradora endodôntica, Maillefer, Balaigues, Switzerland

Régua milimétrica plástica

Resina Acrílica Autopolimerizável JET, Artigos Odontológicos Clássicos, Ind. Bras.

Resina composta Z100,cor b2, 3M ESPE Produtos Dentários,Sumaré, SP

Resina Duralay de alta precisão,vermelha, Reliance Dental MPG Co.,Worth, IL

Revelador e fixador dental, Kodak Brasileira Com. E Ind. Ltda, SP

Seringa plástica descartável para irrigação, BD Plastipak, Ind. Bras.

Seringa plástica para inserção de material de moldagem, Jon, São Paulo, SP

Silano, Monobond S, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein

Silicona C, Oranwash L, Zhermack, Rovigo, Itália

Soro fisiológico 0,9%, Fórmula e Ação Laboratório Farmacêutico Ltda, SP

Super Bonder, Henkel Ltda, São Paulo, Brasil

Tesoura reta, Golgran, SP

Tubo de PVC $\frac{3}{4}$, tubos e conexões Tigre, Joinville, SC

Vaselina sólida, Beira alta, Ind. Bras.

Todo o material utilizado estava rigorosamente no prazo de validade.

4.2 Métodos

4.2.1 Seleção e preparo dos dentes

Foram utilizados 30 dentes, entre caninos e incisivos unirradiculares de bovinos para abate, com o comprimento e formato das raízes semelhantes, para a padronização das amostras. Os dentes foram limpos com gaze e curetas e mantidos imersos em solução fisiológica a 0,9%, armazenados em recipiente fechado em geladeira, realizando a troca da solução fisiológica semanalmente.

Todos os dentes foram examinados visualmente e com o auxílio de um aparelho microscópio odontológico, com aumento de 8x, para excluir, se necessário, aqueles com a presença de trincas e fraturas pré-existentes.

As coroas foram removidas com disco de carborundum, deixando as raízes com comprimento total de 15 mm, do ápice até o bordo cervical, admitindo-se um desvio de 0,5mm no comprimento devido a irregularidades no formato na região apical. O Paquímetro digital foi usado para medir este comprimento.

Todas as raízes tiveram suas paredes internas desgastadas com uma ponta diamantada cilíndrica, utilizada em alta rotação, em uma profundidade de 10 mm, deixando, aproximadamente, 1,5 mm de espessura de remanescente de dentina, conferidas com o auxílio do Paquímetro digital (Figura 4.1). Após o desgaste das

paredes, com soro fisiológico 0,9%, uma irrigação abundante com soro fisiológico foi realizada para a lavagem e remoção de detritos do conduto.

Os ápices das raízes foram selados com auxílio de uma espátula de inserção com cimento citodur e uma fina camada de super bonder na parte externa da raiz, para evitar infiltração de fluidos para a estrutura interna radicular pois, na maior parte das raízes, o ápice apresentava-se com um amplo forame, como mostra a figura 4.2.

Figura 4.1 - Espessura de dentina inicial, sem desgaste (A); espessura de 1,5mm de dentina após desgaste (B)

Figura 4.2 - Forame radicular preenchido com citodur e fina camada de super bonder

4.2.2 Tratamento endodôntico

Todas as raízes foram tratadas endodonticamente manualmente de acordo com a técnica Paiva e Antoniazzi (1988). Durante o tratamento, para que não se desidratassem, foram mantidas constantemente envolvidas em gaze umedecida com água. Não foi necessária a abertura coronária, pois a coroa já havia sido removida, expondo assim o canal.

Utilizaram-se as limas tipo K-file, da segunda série de numeração 50, 55, 60, 70, 80 de 25mm, calibradas com percussores de borracha com 14mm para o preparo mecânico. E toda instrumentação foi realizada com gel ENDO-PTC e irrigações com Hipoclorito de sódio 1% em seringas hipodérmicas descartáveis de 5ml e 10ml, respectivamente, seguidas de aspirações com a cânula metálica. Após o preparo químico e mecânico, as raízes receberam irrigação final com EDTA 17% e com Hipoclorito de sódio 1%, utilizando uma seringa hipodérmica descartável de 10ml, seguida de aspiração com cânula metálica.

Para a obturação, os canais foram secos com cones de papel da segunda série e obturados, por meio da técnica da condensação lateral, com o cimento endodôntico resinoso, manipulado conforme orientação do fabricante, sem eugenol na sua composição e cones de guta percha principal número 80 e secundários MFR1. Após à obturação, com calcadores de Paiva ao rubro, aquecidos em lamparina, removeu-se o material obturador do interior dos canais, para mantê-lo no restante 5,0 mm apical.

Cada raiz foi colocada em cima de uma película radiográfica, em posição semelhante à clinicamente e radiografada, os canais selados com algodão e citodur.

As raízes foram imersas em solução fisiológica a 0,9%, armazenadas em recipiente fechado em geladeira, para dar seqüência à metodologia.

4.2.3 Confecção dos corpos de prova

Um total de 30 tubos de PVC foram cortados com 20mm de altura, para que as raízes fossem incluídas.

Uma base de gesso comum foi feita utilizando um copo plástico para que o tubo encaixasse no seu interior e o conjunto ficasse preso à base do delineador. Cada tubo foi marcado com uma caneta de retroprojeto, com o mesmo número da raiz a ser incluída e uma marca referente à posição vestibular da raiz. Cada raiz foi envolvida em uma camada de filme plástico e fixada à haste do delineador com bastão de guta percha aquecida, tendo sempre a face vestibular voltada para frente. O conjunto raiz/haste do delineador foi posicionada no centro do tubo, para garantir a inclusão centralizada da raiz e ao longo eixo do mesmo (Figura 4.3 A).

Depois de fixar cada raiz, o tubo foi preenchido com resina acrílica ativada quimicamente, deixando 2,0mm de bordo cervical exposto da raiz (Figura 4.3 B).

Figura 4.3 – Base de gesso comum com tubo PVC, presa à base do delineador e raiz fixada à haste com guta percha (A); Raiz incluída com resina acrílica no interior do tubo, com 2mm do bordo cervical exposto (B)

Após a polimerização da resina acrílica, cada raiz foi removida e armazenada imersa em solução fisiológica a 0,9%, em recipiente fechado em geladeira, à espera do preparo dos grupos.

O conjunto raiz/resina/tubo PVC passou a ser chamado de corpo de prova.

4.2.4 Distribuição dos grupos

As 30 raízes tratadas endodonticamente e incluídas no tubo PVC foram divididas em 3 grupos com 10 raízes cada.

- G 1: pino e núcleo metálico fundido cimentado com cimento de fosfato de zinco.
- G 2: pino pré-fabricado de fibra de vidro cimentado com cimento resinoso e núcleo de resina composta.
- G 3: pino de fibra de vidro modelado com resina composta no interior do canal (pino anatômico), cimentado com cimento resinoso e núcleo de resina composta .

4.2.5 Preparo das raízes

O selamento foi removido da entrada dos canais com um instrumento explorador e as raízes dos G2 e G3 receberam o preparo do espaço para pino com a broca do kit do pino de fibra utilizado, equivalente ao n.º2, no comprimento de 10mm (Figura 4.4). Uma irrigação abundante com soro fisiológico 0,9% e aspiração (cânula metálica) foi realizada para a lavagem e remoção de detritos do conduto. Logo depois, passaram pelo processo de hibridização da dentina, conforme a seguir.

Com jatos de ar e cones de papel conseguiu-se eliminar a umidade do interior do canal para o passo seguinte, que foi a colocação do primer ácido do sistema Clearfill SE Bond, pincelado nas paredes com um pincel tipo Microbrush. Retirou-se o excesso com cone de papel e jato suave de ar para aguardar 20 segundos. Logo após, ocorreu a aplicação do Bond, do sistema Clearfill SE Bond, com pincel tipo Microbrush e secagem suave com jato de ar contínuo. Remoção, com cones de papel, do excesso no fundo do canal. Fotopolimerização durante 20 segundos. As raízes do G1 passaram pelo mesmo procedimento de limpeza descrito anteriormente para posterior modelagem do conduto, detalhada a seguir no preparo dos grupos.

Figura 4.4 - Pino de fibra de vidro e broca n.º2

4.2.6 Preparo dos pinos de fibra de vidro

O pino de fibra de vidro, n.º 2 foi o escolhido para que não houvesse um perfeito assentamento no interior do conduto dos G2 e G3, ou seja, que ficasse um espaço entre ele e as paredes do canal, como ilustra a figura 4.5. O pino recebeu uma marca com lápis, medida com uma régua endodôntica, com 10mm e 14mm para

facilitar o seu posicionamento no interior do conduto e o corte do excedente para confecção do núcleo, respectivamente (Figura 4.6). Sendo assim, o pino seguiu os seguintes procedimentos, conforme instruções do fabricante. Aplicação de álcool 70% por todas as suas faces para limpeza. Jatos de ar foram acionados para mantê-lo seco ao receber, com o auxílio de um pincel plástico, a aplicação do silano e, novamente, jato de ar, aguardou-se 1 minuto. Com o pino bem seco, foi aplicado o Bond, do sistema Clearfill SE Bond, com fotopolimerização por 20 segundos.

Figura 4.5 - Pino de fibra de vidro no interior do canal

Figura 4.6 - Pino de fibra de vidro no interior do canal, com as marcações, em lápis, de 10mm (próximo a cervical) e 14mm (mais acima)

4.2.7 Preparo do Grupos

G2: Após a hibridização das paredes radiculares e o preparo do pino de fibra de vidro, a cimentação foi realizada com o cimento resinoso dual, manipulado conforme descrição do fabricante, e levado ao interior do canal com o auxílio de uma broca lentulo em contra ângulo e motor de baixa rotação. Com uma pinça clínica o pino foi introduzido centralizado e no comprimento de 10mm no conduto. O excesso de cimento foi retirado com um instrumento explorador da margem cervical da raiz, sem alterar a posição do pino, deixando apenas o cimento no interior do conduto. Aplicou-se luz fotopolimerizadora por 60 segundos. Após o tempo de presa do cimento, conforme descrito pelo fabricante, com uma broca cilíndrica diamantada em alta rotação, cortou-se o pino na marca de 14mm, que recebeu a matriz de resina acrílica com resina composta para a confecção da porção do núcleo. Vaselina sólida foi aplicada com pincel internamente na matriz para que a mesma pudesse ser removida da resina composta após polimerização por 20 segundos junto ao pino de fibra de vidro (Figura 4.7). Finalizada a cimentação e confecção do núcleo, as raízes restauradas foram armazenadas imersas em soro fisiológico, no recipiente fechado em geladeira.

Figura 4.7 – Matriz em resina acrílica e pino de fibra de vidro cimentado (A); Núcleo confeccionado em resina composta com a matriz (B)

Grupo 3: Após a hibridização das paredes radiculares e o preparo do pino de fibra de vidro, o canal foi isolado com vaselina sólida com o auxílio de um pincel Microbrush. A resina composta foi inserida no interior do canal e na parte apical do pino em direção à cervical, com uma espátula de inserção e a modelagem do conduto foi realizada posicionando o pino no centro da raiz. Aplicou-se 5 segundos de fotopolimerização no conjunto pino/resina no interior do canal, para não completar a polimerização e facilitar a remoção do pino modelado do canal. Após a remoção do pino já modelado completou-se a polimerização com aplicações de luz durante 20 segundos em cada face do pino. A remoção do isolante vaselina do interior do canal ocorreu com irrigação de soro fisiológico e aspiração com cânula metálica. O pino modelado agora passou a ser chamado de pino anatômico e foi lavado com soro fisiológico, secado com suave jato de ar para receber uma camada de ácido fosfórico 37% continuando o seu processo de limpeza. Após lavagem abundante com água e seco com jatos de ar, aplicou-se uma camada do silano por 1 minuto. O pino anatômico recebeu o Bond, do sistema Clearfill SE Bond, aplicado com pincel do tipo

Microbrush, fotopolimerizado por 20 segundos. Finalizado esses procedimentos, o pino anatômico ficou pronto para ser cimentado e a porção do núcleo confeccionada, ambos como foi descrito para o grupo 2 (Figura 4.8). Finalizada a cimentação e confecção do núcleo, as raízes restauradas foram armazenadas imersas em soro fisiológico, no recipiente fechado em geladeira.

Figura 4.8 - Pino anatômico pronto para ser cimentado

G1: após a remoção do selamento do canal e limpeza do conduto, descrita anteriormente, o espaço do conduto foi isolado com pincel e vaselina sólida para ser modelado, utilizando a técnica com resina vermelha Duralay. Em um pote dappen foi misturado pó e líquido da resina Duralay e com uma broca lentulo n.º35, em contra ângulo e motor de baixa rotação, a resina foi introduzida no conduto e um pino estreito confeccionado, anteriormente, com a mesma resina centralizado dentro do canal. Aguardou-se a polimerização da resina, retirando e introduzindo o pino modelado com a resina várias vezes do interior do canal. A porção coronária do núcleo foi confeccionada com a mesma resina Duralay e a matriz de resina acrílica,

previamente isolada com vaselina sólida (Figura 4.9). Ao término da confecção do pino/núcleo modelado com resina Duralay, a raiz foi novamente selada com algodão e citodur, para aguardar o encaminhamento ao laboratório protético para fundição em liga Níquel Cromo do pino.

Os pinos metálicos fundidos foram cimentados nas raízes após a remoção do selamento do canal, irrigação com soro fisiológico e secagem com jatos de ar e cones de papel. Manipulou-se o cimento de fosfato de zinco, conforme orientação do fabricante, que foi introduzido no interior do canal com uma broca lentulo, em contra ângulo e motor de baixa rotação. O pino metálico foi colocado em posição com pressão digital e o excesso de cimento removido com um explorador. Aguardou-se o tempo de presa do cimento para que as raízes fossem armazenadas novamente em soro fisiológico.

Figura 4.9 – Técnica de modelagem do conduto com resina Duralay

4.2.8 Confeção do coping e cimentação

Todas as raízes com os pinos cimentados foram para a fase laboratorial protética realizar o enceramento para confecção do coping metálico em Ni-Cr. No enceramento o limite dos copings se estendeu ao limite cervical das raízes (Figura 4.10). Após fundição, foram cimentados com o cimento fosfato de zinco.

4.2.9 Teste de compressão

Antes de iniciar o teste de compressão, refez-se o sistema de fixação das raízes na resina acrílica de cada corpo de prova. Um centímetro de silicona de adição leve foi espatulado em uma placa de vidro, com auxílio de uma seringa para moldagem, colocada no “alvéolo” deixado na resina acrílica; em seguida, a raiz foi posicionada, criando-se um “ligamento periodontal”. Esse procedimento permitiu que a raiz pudesse ser retirada de dentro da resina, permitindo o exame visual do tipo de trinca ou fratura quando ocorrida.

Para o teste de compressão foi utilizada uma Máquina de Ensaio Universal, utilizando uma célula de carga 2000 kgf e velocidade de 0,5mm/min, disponível no departamento de Materiais Dentários da FOUSP (Figura 4.11).

Figura 4.10 - Limite cervical do coping metálico

Figura 4.11 - Máquina de ensaios Kratos

Os corpos de prova foram encaixados firmemente em uma base e receberam uma carga de compressão incidindo em um ângulo de 135° com o longo eixo da raiz (ângulo de 45° em relação ao plano horizontal) (Figura 4.12). Esse ângulo de incidência de carga foi escolhido por simular o ângulo de contato encontrado em pacientes com oclusão Classe I de Angle nos dentes anteriores, entre a maxila e a mandíbula (Figura 4.13).

Figura 4.12 - Corpo de prova encaixado na base no teste de compressão

Figura 4.13 - Esquema de aplicação de força a 45° . Ângulo de 135° formado pelo contato oclusal entre os incisivos centrais superiores e inferiores em classe I de Angle (A); Representação esquemática da força de compressão incidindo em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz, ou seja, um ângulo de 45° em relação ao plano horizontal

Em todos os corpos de prova foram aplicadas cargas contínuas e progressivas até o momento que houvesse algum tipo de trinca ou fratura. O valor da carga máxima de cada uma delas foi devidamente anotado. Os resultados alcançados no teste de compressão foram analisados estatisticamente.

5 RESULTADOS

Os resultados originais consistiam de trinta valores de resistência à fratura expressa em kgf, referente aos três tipos de pinos e dez repetições para cada grupo ($3 \times 10 = 30$), apresentados na tabela 5.1.

Tabela 5.1- Dados originais -resistência à fratura em kgf

	G1	G2	G3
n.º do dente	Carga	carga	carga
1	184,80	56,80	133,80
2	289,80	161,60	41,80
3	162,60	101,80	46,20
4	147,40	140,40	100,00
5	171,40	103,40	133,00
6	141,80	83,40	115,20
7	150,80	86,20	138,40
8	179,20	56,80	44,60
9	107,60	74,60	65,20
10	221,00	83,20	123,60

Para análise estatística (por meio do programa BIO ESTAT-5.0) foi calculada a análise de variância (Tabela 5.2), que detectou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($F=12,5318$).

Tabela 5.2- Análise de variância ANOVA

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tipo de Pino	2	44.100	22.000	12,5318	0,0003
Erro	27	47.500	1.760	-	-

Para a comparação entre as médias dos grupos foi utilizado o teste de Tukey, que mostrou que o G1(pino metálico) apresentou maior resistência à fratura que os outros dois grupos, que não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Médias e desvios padrões dos grupos avaliados

	Média	Desvio Padrão	
Pino Metálico	175,6400	50,07	A
Pino de Fibra de Vidro	94,8200	33,82	B
Pino Anatômico	93,8800	40,27	B

Obs.: Médias com letras diferentes são consideradas estatisticamente diferentes.

6 DISCUSSÃO

O objetivo do profissional ao restaurar um dente tratado endodonticamente é preservar ao máximo o elemento dental, portanto, a escolha do tipo de material e técnica de restauração a ser utilizada é de total importância, para que falhas como fratura dental, fratura do pino ou problemas na cimentação, não ocorram ou possam ser reparadas. Quando a falha ocorrida é a fratura do dente, a extração pode ser o único recurso disponível.

Este trabalho procurou mostrar o desempenho quanto à resistência à compressão de três diferentes técnicas restauradoras, de dentes tratados endodonticamente, utilizando materiais que vêm se desenvolvendo rapidamente, apresentando técnicas mais sensíveis, aumentando o risco do profissional conseguir alcançar o sucesso restaurador (KIMMEL, 2000).

Devido à crescente escolha, entre os profissionais, de pinos pré-fabricados de fibras, por apresentarem como vantagem a estética, técnica imediata e propriedades que solucionam algumas limitações dos pinos metálicos, optou-se usar neste estudo, o pino pré-fabricado de fibra de vidro em comparação com o pino metálico fundido, que serviu de controle devido ao grande tempo de utilização deste procedimento, com vasta experiência clínica (KANTOR; PINES, 1977).

Em muitas situações o pino pré-fabricado não se adapta precisamente ao canal, por apresentarem comprimento, design e diâmetro padronizados e o canal apresentar formato e remanescente de estrutura dentária diferentes. Para alcançar uma melhor adaptação no interior do canal, foi apresentada na literatura a utilização do pino anatômico de fibra de vidro (BONFANTE et al., 2007; CLAVIJO et al., 2008;

GRANDINI, 2003; GRANDINI; SAPIO; SIMONETTI, 2003). Devido a um número reduzido de trabalhos com essa técnica restauradora em canais amplos, justifica-se a escolha por ela neste estudo.

Utilizou-se dentes bovinos, pois esses dentes são de muito mais fácil obtenção do que os dentes humanos e pelo fato de serem comparáveis a esses no módulo de elasticidade, na resistência à tração e nas características de adesão, porém apresentam uma discrepância significativa em relação ao tamanho se comparados aos humanos (ISIDOR; ODMAN; BRONDUM, 1996; MARCHI et al., 2003; MITSUI et al., 2004). A escolha dos dentes para a distribuição nos grupos foi cuidadosamente realizada, para uma uniformidade de tamanhos entre os grupos. Mas, apesar desse cuidado em selecioná-los, dentes naturais apresentam variação em tamanho e parâmetros mecânicos, resultando em um amplo desvio padrão (DIKBAS et al., 2007). A realização do desgaste das paredes internas do canal com ponta diamantada, mantendo 1,5mm de espessura de estrutura remanescente cervical foi necessária, para a padronização das raízes e para que não houvesse uma adaptação precisa do pino ao canal, pois os canais de dentes bovinos apresentavam uma espessa parede radicular.

Os dentes foram tratados endodonticamente com cimento endodôntico sem eugenol na sua composição para que não houvesse interferência na adesão das resinas, pois não há um consenso, entre os pesquisadores, na literatura sobre essa questão. E, em relação às irrigações com hipoclorito de sódio, Varela et al. em 2003, mostraram não haver interferência na resistência adesiva do cimento resinoso.

Para a inserção dos pinos intrarradiculares os condutos foram preparados 10mm de profundidade, o que seria correspondente aos 2/3 do remanescente da estrutura dental, mantendo 4-5mm de obturação do canal (NAKAMURA et al., 2006;

SAUNDERS; SAUNDERS, 1994; SHILINGBURG; FISHER; DEWHIRST, 1970). Os dentes usados nesse estudo ficaram sem remanescente coronário, para reproduzir a extrema situação e copings metálicos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco sobre os núcleos, para permitir um resultado próximo à situação clínica (DIKBAS et al., 2007; ISIDOR; ODMAN; BRONDUM, 1996; MACCARI et al., 2007; MARCHI et al., 2003; MARTINEZ-INSUA et al., 1998; QING et al., 2007).

Antes dos corpos de provas serem submetidos ao teste de compressão, os dentes foram fixados na resina acrílica com uma camada de silicone de adição leve com a intenção de simular o ligamento periodontal para impedir que a resina acrílica que fixava o dente no tubo PVC atuasse como um elemento de reforço para a estrutura dental e permitir que após o teste, o dente pudesse ser retirado do interior da resina para análise da fratura. King e Setchell, em 1990, questionaram a validade deste artifício por não acreditarem que um material de moldagem fosse capaz de reproduzir as propriedades viscoelásticas do ligamento periodontal, porém é um procedimento que vem sendo utilizado por falta de melhores opções (GUZY; NICHOLLS, 1979; ISIDOR; ODMAN; BRONDUM, 1996).

Os pinos de fibra de vidro foram preparados antes da cimentação, e uma camada de silano foi aplicada sobre toda a sua superfície seguindo a orientação do fabricante. Na literatura, a melhor forma de preparar um pino de fibra de vidro, ainda não está definida. Alguns autores sugerem a indiferença quanto à resistência adesiva com a aplicação do silano, e outros, o aumento da retenção com jateamento da superfície com partículas de abrasão (BALBOSH; KERN, 2006; PERDIGÃO; GOMES; LEE, 2006; WRBAS et al., 2007). Quanto à superfície do pino anatômico, não há trabalhos que indiquem algum tipo de preparo a ser realizado antes de sua cimentação.

Seguindo a metodologia citada na literatura, a força de compressão incidiu em um ângulo de 135° com o longo eixo da raiz (ângulo de 45° em relação ao plano horizontal), pois esse ângulo de incidência de carga simula o ângulo de contato encontrado em pacientes com oclusão Classe I, de Angle, nos dentes anteriores, entre a maxila e a mandíbula (AKKAYAN; GÜLMEZ, 2002; GUZY; NICHOLLS, 1979; HU et al., 2003; LOVDAHL; NICHOLLS, 1977; MACCARI et al., 2007; MACCARI; CONCEIÇÃO; NUNES, 2003; MARTINEZ-INSUA et al., 1998; QING et al., 2007).

Apesar dos cuidados da standardização da técnica, houve variações dentro dos grupos devido às mesmas razões observadas na clínica dental: grau de calcificação dental, variações do tamanho dental, localização e formato do canal, variações da dentina devido grau de umidade, estado pulpar antes da extração, microfraturas dentinária, preparo manual dos espécimes, e a alta sensibilidade de aplicação da técnica adesiva (NEWMAN et al., 2003).

Os resultados encontrados nesse estudo mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos. O G1 apresentou maior resistência à fratura que os outros dois grupos, que não apresentaram diferença entre si. As raízes restauradas com pino e núcleo metálico fundido foram as únicas que apresentaram fratura radicular no nível do terço apical. Esta ocorrência está apresentada na figura 6.1 onde as trincas e fraturas foram evidenciadas com corante azul de metileno. No G1 a fratura em 5 raízes foi registrada na face palatina e nas faces proximais; em 3 raízes a fratura ocorreu no pino, deslocando-o do terço médio, havendo também fratura na estrutura radicular (uma das raízes não foi possível de ser removida da resina acrílica, por isso foi fotografada ainda incluída) e em 2 raízes, a fratura atingiu as faces proximais no terço médio, sem o deslocamento do pino (Figura 6.1).

Apesar do longo período de experiência clínica com os pinos metálicos fundidos (STEWARDSON, 2001), atualmente a vasta literatura avalia seu desempenho, questionando a sua utilização. Jung et al. em 2007, avaliaram a microinfiltração em dentes com pinos metálicos cimentados, e por mais que tenham sido modelados no canal, portanto, ajustados no interior do mesmo, apresentando boa adaptação, observaram microinfiltração sob cargas dinâmicas. E devido a suas propriedades mecânicas e seu alto módulo de elasticidade, permitem uma concentração maior de estresse na raiz, induzindo à fratura radicular, muitas vezes irreparável (BONFANTE et al., 2007; ESCRIBANO et al., 2006; GURBUZ; SENGUL; ALTUN, 2008; HAYASHI et al., 2006; MACCARI et al., 2007; MARTINEZ-INSUA et al., 1998; OKADA et al., 2008; QING et al. 2007; UDDANWADIKER; PADOLE; ARYA, 2007).

Observando que a quantidade máxima de força aplicada pelo incisivo, varia de 13,2 a 23,1 kg, e que a força pode aumentar com a idade até a adolescência ou com a prática de exercícios (OKESON, 1992), o menor valor de carga registrada nos 3 grupos ainda é maior que o máximo valor que ocorre clinicamente.

Figura 6.1- Grupo 1: fraturas e trincas observadas nos dentes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, nas raízes com pinos metálicos

Os resultados do G2 apresentaram apenas trincas nas raízes nas faces proximais, da cervical até início do terço médio, sem ocorrer fratura do pino ou dente e sem registrar o deslocamento do pino (Figuras 6.2 e 6.3). Nesse grupo, o pino não estava precisamente adaptado ao canal, ocorrendo então uma maior espessura de cimento resinoso. Hagge, Wong e Lindemuth (2002) investigaram o efeito da

espessura do cimento na retenção de pinos e observaram que a espessura deve ser consideravelmente maior para ocorrer maior retenção.

Em estudo tridimensional de elemento finito, Jager, Pallav e Feilzer (2004) compararam diferentes camadas de cimento, com os respectivos módulos de Young e concluíram que para camadas mais finas, a rigidez será 25% maior do que o módulo de Young.

Os G2 (pino de fibra de vidro) e G3 (pino anatômico) não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si. As fraturas foram semelhantes, aproximadamente entre o terço cervical e início do terço médio radicular.

Figura 6.2- Grupo 2: trincas nas faces proximais, observadas nos dentes 1, 2, 3, 4 e 5 das raízes com pinos de fibra de vidro

Figura 6.3- Grupo 2: trincas nas faces proximais, observadas nos dentes 6, 7, 8, 9 e 10 das raízes com pinos de fibra de vidro

Porém, no G3 em apenas uma raiz ocorreu a fratura do pino na região coronária e em 6 raízes observou-se um deslocamento maior do conjunto pino/núcleo/coping (Figura 6.4).

Grandini em 2003 ressaltou a importância do pino anatômico por atingir uma boa adaptação ao canal radicular. Essa adaptação foi avaliada pela espessura delgada de cimento resinoso interposto entre o espaço endodôntico e o próprio pino. O exame sob o microscópio eletrônico de varredura foi um método direto e preciso na avaliação das espessuras de cimento de fixação, e recentemente foi demonstrado como o pino padronizado é notavelmente menos preciso que o anatômico. Os dados foram verificados em cortes de 1-4, 5-8mm da junção amelocementária. A presença de uma exígua espessura de cimento determina uma distribuição mais uniforme das cargas oclusais transmitidas e permite conter a contração de polimerização do material resinoso e o estresse determinado por ela. Além disso, a presença de um pino anatômico no canal reduz o número e as dimensões de lacunas e bolhas no interior do cimento de fixação.

Os valores registrados para os pinos de fibra de vidro e os tipos de falhas ocorridas podem ser devido à característica de o pino possuir um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que facilita a dissipação do estresse na raiz. Desta forma são mais indicados para restauração de dentes com raízes enfraquecidas do que os pinos metálicos e os de cerâmica (CLAVIJO et al., 2008; ESCRIBANO et al., 2006; GURBUZ; SENGUL; ALTUN, 2008; LANZA et al., 2005; MACCARI et al., 2007; NAKAMURA et al., 2006; NASH, 1998; OKADA et al., 2008; UDDANWADIKER; PADOLE; ARYA, 2007).

Apesar de não haver diferença estatisticamente significante entre os grupos 2 e 3, o G3 apresentou uma fratura do pino e maior número de deslocamentos do conjunto pino/núcleo/coping.

Seria interessante aumentar o número de estudos utilizando esta técnica restauradora, como por exemplo, estudos referentes à adesão e ao preparo da superfície do pino anatômico, pois se apesar de promover boa resistência à fratura este pino apresentar baixos níveis de adesão, sua utilização ficaria prejudicada clinicamente, devido ao deslocamento das restaurações.

Figura 6.4 - Grupo 3, ocorrência de trincas e fraturas nas raízes restauradas com pino anatômico

7 CONCLUSÕES

Dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de vidro modelados ou não de resina composta, apresentaram resistência à fratura semelhante e inferior à dos dentes restaurados com pino metálico fundido.

REFERÊNCIAS

Abo El-Ela OA, Atta OA, El-Mowafy O. Fracture Resistance of Anterior Teeth Restored with a Novel Nonmetallic Post. J Can Dent Assoc 2008;74(5):441-441e.

Ayres M, Ayres Jr M, Ayres DL, Santos AAS. Bioestat aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. 2007;Belém, Pará, BR.

Akkayan B , Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. J Prosth Dent 2002;87(4):431-7.

Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass fiber endodontic posts. J Prosthet Dent 2006;95:218-23.

Baraban DJ. A simplified method for making post and cores. J Prosth Dent 1970;24(3):287-97.

Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Valle AL. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fibre posts. Int Dent J 2007;57:153-60.

Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley D. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. Dent Mater 2003;19:199-205.

Camara AS, Machado MEL, Romiti GC. In vitro analysis of radicular resistance to fracture using four different types of intraradicular posts. Rev Bras Odont 2000;57(1):57-60.

Caputo AA, Standlee JP. Pins and posts – why, when and how. Dent Clin North Am 1976;20:299-311.

Chailertvanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D. An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers. Int Endod J 1996;29:387-92.

Christensen GJ. Post: Necessary or unnecessary? J Am Dent Assoc 1996;127:1522-8.

Clavijo VGR, Clavijo EMA, Monsano R, Andrade MF. Restaurações cerâmicas e pinos de fibra de vidro reembasados com resina composta: uma combinação biomimética. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2008;62(6):462-8.

Demarchi MGA, Sato EFL. Leakage of interim post and cores used during laboratory fabrication of custom posts. *J Endod* 2002;28:328-9.

Dikbas I, Tanalp J, Ozel E, Koksai T, Ersoy M. Evaluation of the Effect of Different Ferrule Designs on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Central Incisors Incorporating Fiber Posts, Composite Cores and Crown Restorations. *J Contemp Dent Pract* 2007 Nov1;8(7):62-9.

Escribano AB, Bru JLS, Navarro LF, Cervantes PJR, González AP, Marín FTS. Influence of Prefabricated Post Material on Restored Teeth: Fracture Strength and Stress Distribution. *Oper Dent* 2006;31(1):47-54.

Fauchard P. *Le chirurgien dentiste on traité des dents*. Julien Prélat, Paris, 1946; 2:244-56.

Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent* 2000 May;13:15b-18b.

Fox K, Gutteridge DL. An in vitro study of coronal microleakage in root canal treated teeth restored by the post and core technique. *Int Endod J* 1997;30:361-8.

Grandini S. O pino anatômico. In: Scotti R, Ferrari M. *Pinos de fibra: considerações teóricas e aplicações clínicas*. São Paulo: Artes Médicas; 2003. cap. 9, p. 93-8.

Grandini S, Sapio S, Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent* 2003;5(3):243-7.

Grandinia S, Goraccia C, Monticellia F, Tayb FR, Ferraria M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater* 2005;21:75–8.

Gurbuz T, Sengul F, Altun C. Finite Element Stress Analysis of Short-post Core and Over Restorations Prepared with Different Restorative Materials. *Dent Mater J* 2008;27(4):499-507.

Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and endo-post reinforcement. *J Prosth Dent* 1979;42(1):39-44.

Hagge MS, Wong RD, Lindemuth JS. Effect of dowel space preparation and composite cement thickness on retention of a prefabricated dowel. *J Prosthodont* 2002 Mar;11(1):19-24.

Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-core and crowns. *Dent Mater* 2006;22:477-85.

Hu YH, Pang IC, Hsu CC, Lau YH. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post and core systems. *Quintessence Int* 2003;34(5):349-53.

Isidor F, Odman P, Brondum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber post. *Int J Prosthodont* 1996;9(2):131-6.

Jager ND, Pallav P, Feilzer AJ. The apparent increase of the Young's modulus in thin cement layers. *Dent Mater* 2004;20:457-62.

Jung SH, Min KS, Chang HS, Park SD, Kwon SN, Bae JM. Microleakage and fracture patterns of teeth restored with different posts under dynamic loading. *J Prosthet Dent* 2007;98:270-6.

Kantor ME, Pines MS. A comparative study of restorative techniques in pulpless teeth. *J Prosthet Dent* 1977;34:405.

Katz A, Wasenstein-kobn S, Tamse A, Zucherman O. Residual dentin thickness in bifurcated maxillary premolars after root canal and dowel space preparation. *J Endod* 2006;32(3):202-5.

Kimmel SS. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. *N Y State Dent J* 2000;66(10):36-40.

King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. *J Oral Rehabil* 1990;17:599-609.

Kremeiera K, Fasen L, Klaiber B, Hofmann N. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater* 2008 ;24(5):660-6.

Lanza A, Aversa R, Rengo S, Apicella D, Apicella A. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. *Dent Mater* 2005;21:709-15.

Lovdahl PE, Nicholls JL. Pin-retained amalgam cores vs cast-gold dowel cores. *J Prosthet Dent* 1977;38:507.

Lui JL. Depth of composite polymerization within simulated root canals using light transmitting posts. *Oper Dent* 1994;19:165-8.

Lynch CD, Burke FM, Ní Ríordáin R, Hannigan A. The influence of coronal restoration type on the survival of endodontically treated teeth. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2004;12(4):171-6.

Lyons MF. A preliminary electromyographic study of bite force and jaw closing muscle fatigue in human subjects with advanced tooth wear. *J Oral Rehab* 1990;17:311-8.

Maccari PC, Cosme DC, Oshima HM, Burnett LHJ, Shinkai RS. Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth with Flared Root Canals and Restored with Different Post Systems. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:30-7.

Maccari PCA, Conceição EN, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different prefabricated esthetic posts. *J Esthet Restor Dent* 2003;15(1):25-30.

Marchi GM, Paulillo LAMS, Pimenta LAF, De Lima FAP. Effect of different filling materials in combination with intraradicular posts on the resistance to fracture of weakened roots. *J Oral Rehabil* 2003;30:623-9.

Mark SH, Wong RD, Lindemuth JS. Effect of Dowel Space Preparation and Composite Cement Thickness on Retention of a Prefabricated Dowel. *J Prosthodont* 2002;11(1):19-24.

Martinez-insua A, Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *J Prosthet Dent* 1998;80:527-32.

Miranzi MAS, Froner IC, Miranzi BAS, Vansan LP, Miranzi AJS. An in vitro evaluation of root fracture resistance using cast metal post and prefabricated luminex post. *JBE* 2001;2(7):311-16.

Mitsui FHO, Marchi GMP, Freire LA, Ferraresi PM. Intraradicular post systems. *Restor Dent* 2004;35(8):612-6.

Moosavi H, Maleknejad F, Kimyai S. Fracture Resistance of Endodontically-treated Teeth Restored Using Three Root-reinforcement Methods. *J Contemp Dent Pract* 2008;(9)1:30-7.

Nash WR. The use of posts for endodontically treated teeth. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19(10):1054-62.

Nakamura T, Ohyama T, Waki T, Kinuta S, Wakabayashi K, Mutobe Y, et al. Stress analysis of endodontically treated anterior teeth restored with different types of post material. *Dent Mater J* 2006;25(1):145-50.

Naumann M, Preuss A, Frankenberger R. Load Capability of Excessively Flared Teeth Restored with Fiber-reinforced Composite Posts and All-ceramic Crowns. *Oper Dent* 2006;31(6):699-704.

Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth with composite posts. *J Prosth Dent* 2003;89(4):360-67.

Okada D, Miura H, Suzuki C, Komada W, Shin C, Yamamoto M, et al. Stress Distribution in Roots Restored with Different Types of Post Systems with Composite Resin. *Den Mater J* 2008;27(4):605-11.

Okeson JP. Fundamentos de oclusão e desordens temporo mandibulares. In: *Neuroanatomia funcional e fisiologia do sistema mastigatório*. 2ª. ed. São Paulo: Artes Médicas; 1992. cap. 2, p. 39-41.

Paiva JG, Antoniazzi JH. Endodontia: bases para a prática clínica. 2ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 1988. seção VII, p. 499-675.

Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 2006;22(8):752-8.

Perel ML, Muroff FI. Clinical criteria for posts and cores. *J Prosthet Dent* 1972;28:405-11.

Qing H, Zh Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *J Prosthet Dent* 2007;97:93-8.

Salameh Z, Sorrentino R, Ounsi HF, Goracci C, Tashkandi E, Tay FR, et al. Effect of Different All-Ceramic Crown System on Fracture Resistance and Failure Pattern of Endodontically Treated Maxillary Premolars Restored With and Without Glass Fiber Posts. *J Endod* 2007;33:848–51.

Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi HF, Tashkandi E, Goracci C, et al. Fracture Resistance and Failure Patterns of Endodontically Treated Mandibular Molars Restored Using Resin Composite With or Without Translucent Glass Fiber Posts. *J Endod* 2006;32(8):752–5.

Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:105-8.

Saupe WA, Gluskin AH, Radke RAJ. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. *Quintessence Int* 1996;27:483-91.

Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;30(5):289-301.

Scotti R, Ciocca L, Baldissara P. Microleakage of temporary endodontic restorations in overdenture tooth abutments. *Int J Prosthodont* 2002;15(5):479-82.

Shillingburg Jr HT, Fisher DW, Dewhirst RB. Restoration of endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1970;24(4):401-9.

Somkul E, Stannard JG. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. *J Endod* 1992;18:440-3.

Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronar reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984;51:780-4.

Stewardson DA. Non-metal post systems. *Dent Update* 2001;28:326-36.

Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: A literature review. *J Prosth*

Dent 1999;81(4):380-5.

Trope M, Chow E, Nissan R. In vitro endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. Endod Dent Traumatol 1995;11:90-4

Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restore endodontically treaded teeth. Endod Dent Traumatol 1985;1:108-111.

Uddanwadiker RV, Padole PM, Arya H. Effect of Variation of Root Post in Different Layers of Tooth: Linear vs Nonlinear Finite Element Stress Analysis. J Biosc Bioeng 2007;104(5):363–70.

Varela SG, Rabade LB, Lombardero PR, Sixto JML, Bahillo JDG, Park SA. In vitro study of endodontic post cementation protocols that use resin cements. J Prosthet Dent 2003;89:146-53.

Walton RE, Torabinejad M. Princípios e prática em Endodontia. In: THOMAS R. PITT FORD. Apicificação e Apicogênese. In: SHIMON FRIEDMAN. Retrato dos insucessos. São Paulo: Livraria Santos; 1997. cap. 22, p. 373-84, cap. 20, p. 336-53.

Wrbas KT, Altenburger MJ, Schirrmeister JF, Bitter K, Kielbassa AM. Effect of Adhesive Resin Cements and Post Surface Silanization on the Bond Strengths of Adhesively Inserted Fiber Posts. J Endod 2007;33(7):840–3.

Wu X, Chanb ATT, Chena YM, Yipb KHK, Smalesc RJ. Effectiveness and dentin bond strengths of two materials for reinforcing thin-walled roots. Dent Mater 2007;23:479–85.

Yoldas O, Alaçam T. Microhardness of composites in simulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber reinforced composite posts. J Endod 2005;31(2):104-6.