

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

**JEFFERSON RICARDO PEREIRA**

**Efeito do pino intra-radicular e da presença de férula na resistência de  
dentes tratados endodonticamente**

**Bauru  
2007**



**JEFFERSON RICARDO PEREIRA**

**Efeito do pino intra-radicular e da presença de férula na  
resistência de dentes tratados endodonticamente**

Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Bauru da Universidade de  
São Paulo para obtenção do título de Doutor  
em Odontologia.

Área de Concentração: Reabilitação Oral

**Orientador: Prof. Dr. Accácio Lins do Valle**

**BAURU  
2007**

Pereira, Jefferson Ricardo

P414e Efeito do pino intra-radicular e da presença de férula na resistência de dentes tratados endodonticamente / Jefferson Ricardo Pereira. -- Bauru, 2007.

153 p.: il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Accácio Lins do Valle

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

**Assinatura:**

**Data:**

Comissão de Ética da FOB/USP: Trabalho de pesquisa aprovado em 01 de julho de 2005.  
Protocolo N°: 23/2005.





## **DADOS CURRICULARES**

### **JEFFERSON RICARDO PEREIRA**

---

27 de julho de 1978	Nascimento
São Paulo – SP	
Filiação	Maurício de Jesus Pereira Elaine Maria Marques Pereira
1996-1999	Curso de Odontologia – Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
2000	Estágio no Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
2001-2003	Curso de Pós-Graduação em Reabilitação Oral em nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
2001-2003	Especialização em Prótese Dentária – CFO
2003-2007	Curso de Pós-Graduação em Reabilitação Oral em nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
Associações	SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisas Odontológicas IADR – International Association of Dental Research APCD – Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas





## ***DEDICATÓRIA***

*A **Deus**, por ser meu grande companheiro de todas as horas. Sem o Meu Senhor eu não seria capaz de chegar onde cheguei de maneira tão agradável. A minha vida é sua, Meu Pai, e obrigado por isso.*

*À minha noiva **Janaina**, o presente que sempre pedi a Deus! Entrou na minha vida para iluminá-la, hoje sou completo, estável sentimentalmente e o homem mais feliz do mundo. Muito obrigado por fazer parte da minha vida até a eternidade. Amo você demais.*

*Aos meus pais, **Maurício e Elaine**, sem vocês nunca seria a pessoa que sou, seja pelo lado do caráter, profissional, pessoal, não importa, se sou quem sou, vocês são os responsáveis. Amo vocês demais. Muito obrigado por serem meus pais.*

*À minha irmã **Marcelle**, a qual sempre foi muito mais do que somente minha irmã, é minha grande amiga pra todas as horas. Muito obrigado por ser essa irmã-amiga tão maravilhosa. O seu carinho e apoio também fizeram o meu sonho virar realidade. Amo você.*

***Dedico a vocês este trabalho!***



## ***“IMPOSSÍVEL”***

***“É APENAS UMA GRANDE PALAVRA USADA POR GENTE FRACA QUE PREFERE VIVER NO MUNDO COMO ESTÁ, EM VEZ DE USAR O PODER QUE TEM PARA MUDÁ-LO. IMPOSSÍVEL NÃO É UM FATO. É UMA OPINIÃO. IMPOSSÍVEL NÃO É UMA DECLARAÇÃO. É UM DESAFIO. IMPOSSÍVEL É HIPOTÉTICO. IMPOSSÍVEL É TEMPORÁRIO”.***

*Autor desconhecido.*



## ***AGRADECIMENTOS ESPECIAIS***

*A **Deus**, por ser meu companheiro de todas as horas.*

*Aos meus pais, **Maurício e Elaine**, meus exemplos de vida, que fizeram de tudo e mais um pouco para tornar meus sonhos realidade. Vocês conseguiram!!! Muito obrigado por toda a minha vida, vocês são os melhores e mais amados pais do mundo.*

*À Minha Irmã, **Marcelle**, companheirona de todas as horas, tenho muito orgulho da irmã que tenho, você é a melhor amiga-irmã do mundo. Obrigado por tudo. Amo você.*

*À minha noiva **Janaina**: o seu amor fez com que eu me tornasse uma pessoa muito melhor. Fez de mim um homem muito mais feliz, completo, e ainda, forte o bastante para enfrentar todas as dificuldades da vida, superá-las e dar a volta por cima. O mais impressionante: você me mostrou que eu nunca deveria passar por tudo isso sozinho. Não importando ser um fato bom ou ruim, passaríamos, enfrentaríamos e venceríamos juntos para o resto de nossas vidas, e é esse o significado do nosso amor. Eu amo você eternamente. Obrigado por tudo.*



## **Agradecimentos Especiais**

---

*Aos **meus familiares**, por todo carinho e apoio que cada um de vocês proporcionou a mim. Muito obrigado por tudo.*

*Ao **Accácio Lins do Valle** que, apesar de ser meu orientador, não posso hoje chamá-lo formalmente de Professor Doutor. Você começou, sim, como meu orientador e sempre será meu exemplo de professor, mas hoje você é muito mais que isso, você se tornou um dos poucos **Amigos do Coração** que encontrarei por toda a minha vida. Obrigado, meu eterno **AMIGO**, por tudo que tem feito por mim.*

*Aos meus **AMIGOS Alessandro, Carla, Estevam, Heitor, João Paulo, Marcelo, Paul, Rafael, Renato (Gini)**, não importa a distância, vocês sempre estarão guardados no meu coração. Obrigado por fazerem parte de minha vida.*

*Aos meus sogros, **Marcos e Zezé**, e ao meu cunhado e minha cunhada, **Marquito e Raíssa**, pois ter vocês como minha nova família foi mais do um privilégio, foi maravilhoso, foi especial. Muito obrigado por me receberem como um filho e irmão.*

*Ao **Prof. Damante, a Eliana e a Juliana**, vocês sempre farão parte do que há de mais bonito no meu coração, obrigado por todo o carinho de vocês e de me acolherem como filho quando mais precisei.*





## **Agradecimentos Especiais**

---

*A Tânia e aos componentes de nossa célula, por estarem me colocando cada vez mais próximo de Deus.*

*Ao Fábio e Jefferson (Budás 2 e 1), vocês sempre estiveram dispostos a me ajudar em tudo, muito obrigado por estarem sempre ao meu lado.*

*Ao Prof. Gerson Bonfante que, além de meu grande professor, tornou-se meu grande amigo, e sempre o guardarei em meu coração . Muito obrigado por tudo.*

*Ao Murilo, que em pouco tempo de colega de mestrado tornou-se meu grande amigo. Obrigado.*

*Aos meus colegas do Mestrado e do Doutorado: pela amizade, companheirismo compartilhado durante todo o curso e pela troca de conhecimentos, através dos quais só nos engrandecemos. Obrigado.*

*Aos Professores doutores do Departamento de Prótese Carlos Araújo, Lucimar, Paulo Conti, Paulo Martins, Pedro, Renato, Pegoraro, Rubo, Salvador, Vinícius e Wellington pelos ensinamentos transmitidos durante toda a minha formação acadêmica*



## **Agradecimentos Especiais**

---

*Aos funcionários do Departamento que sempre torceram por mim e estavam dispostos a ajudar-me em todos os momentos que precisei. Obrigado.*

*Aos funcionários da Pós-Graduação, pela dedicação em sempre atender as minhas necessidades.*

*Aos funcionários da biblioteca pela disponibilidade que sempre me foi prestada.*

*Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris pela ajuda na estatística deste trabalho.*

*À Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo.*



## **Agradecimentos Especiais**

---

*À **CAPES**, cujo apoio financeiro tornou possível a realização deste trabalho.*

*Ao **Governo do Estado de São Paulo** que através de sua faculdade, a **FOB-USP**, fez com que fosse possível realizar o meu sonho: tornar-me Cirurgião-Dentista, Mestre e agora Doutor.*

*A todas aquelas pessoas que de alguma forma, diretamente ou indiretamente, colaboraram com esta conquista.*

**AGRADEÇO DO FUNDO DO CORAÇÃO**



### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com diferentes pinos intra-radulares, sem pinos intra-radulares e diferentes quantidades de remanescente dentário coronal. Para a realização deste trabalho, foram selecionados 60 caninos humanos recentemente extraídos. Todos os dentes foram tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em 6 grupos de 10 dentes cada. Grupos NMF0 e NMF3 (grupos controle): dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos com 0mm (sem férula) e 3mm de estrutura coronal, respectivamente; Grupos PF0 e PF3: dentes restaurados com pinos pré-fabricados (Screw Post) com 0mm e 3mm de estrutura coronal, respectivamente; e Grupos RC0 e RC3: dentes restaurados com resina composta com 0mm e 3mm de estrutura coronal, respectivamente. Os grupos restaurados com pinos pré-fabricados ou resina composta receberam núcleos de preenchimento de resina composta (Z250) localizados acima das diferentes alturas de remanescente coronal. Todos os dentes foram restaurados com coroas totais metálicas. A resistência à fratura (kgf) foi medida em uma máquina de ensaio universal à 45 graus ao longo eixo do dente até a falha do conjunto. Os dados foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA) a dois critérios, e o teste de Tukey ( $\alpha=.05$ ). A ANOVA ( $\alpha=.05$ ) mostrou haver diferenças estatisticamente significativas entre os tipos de pinos ( $P<.000$ ), entre as diferentes alturas de remanescente coronal ( $P<.000$ ) e mostrou uma significativa inter-relação entre os tipos de pinos e remanescente coronal ( $P<.000$ ). No entanto, quando as forças médias de resistência à fratura foram comparadas (grupo NMF0 – 820.20N, grupo NMF3 – 1179.12N, grupo PF0 – 561.05N, grupo PF3 – 906.79N, grupo RC0 – 297.84N e grupo RC3 – 1135.15N) não foram detectadas diferenças significativas entre os 3 grupos com 3mm de remanescente coronal (grupos NMF3, RC3 e PF3). Os resultados deste trabalho mostraram que a presença de férula providencia um significativo aumento da resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com núcleos metálicos fundidos, pinos pré-fabricados ou resina composta, e mostraram que a presença de um pino intra-radicular para restaurar dentes tratados endodonticamente é necessária quando não existe remanescente dentário coronal (efeito férula).

**Palavras-chave:** Pinos de retenção dentária. Resinas compostas. Fraturas.





**ABSTRACT**

**EFFECT OF INTRARADICULAR POST AND THE PRESENCE OF FERRULE ON THE RESISTANCE OF ENDODONTICALLY TREATED TEETH**

The aim of this study was to investigate the fracture resistance of endodontically-treated teeth restored with different posts, without post and variable ferrule heights. Sixty freshly-extracted canines were endodontically treated. They were randomly divided into groups of 10 teeth and were prepared according to 6 experimental protocols. CP0 group and CP3 group (control groups): teeth restored with custom cast post-and-core with 0 mm (no ferrule) and 3 mm of coronal structure, respectively; PF0 group and PF3 group: teeth restored with prefabricated post (Screw-Post) with 0 mm and 3 mm of coronal structure, respectively; and CR0 group and CR3 group: teeth restored with composite resin with 0 mm and 3mm of coronal structure, respectively. The groups restored with prefabricated post or composite resin received composite resin core (Z250) located superior to the different tooth structure heights. All teeth were restored with complete metal crowns. The fracture resistance (N) was measured in a universal testing machine at 45 degrees to the long-axis of the tooth until failure. Data were analyzed by 2-way analysis of variance and Tukey test ( $\alpha=.05$ ). The 2-way analysis of variance ( $\alpha=.05$ ) showed difference statistically significant among the types of post ( $P<.000$ ), between the different coronal dentin heights ( $P<.000$ ) and showed a highly significant interaction among type of post and coronal remaining ( $P<.000$ ). However, when the means fracture forces for the groups were compared (CP0 group – 820.20N, CP3 group – 1179.12N, PF0 group – 561.05N, PF3 group – 906.79N, CR0 group – 297.84N, and CR3 group – 1135.15N) no significant differences could be detected among the three groups with 3 mm of coronal remaining (CP3, CR3 and PF3 groups). The results of this study showed that larger ferrule designs in crowns provided a significantly higher fracture resistance of endodontically-treated teeth restored with custom cast post and core, prefabricated posts, or composite resin and showed that the presence of the post to restore endodontically-treated teeth is necessary when there is not a crown ferrule effect.

**Keywords:** Post and core technique. Composite resins. Fractures stress.



LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Preparos dos dentes sem remanescente coronário. (A) Corte da coroa com disco de carborundun; (B) Delimitação da linha cimento-esmalte; (C) Ilustração do dente sem remanescente corona..... 107
- Figura 2** - Dente com remanescente coronal com 3mm. (A) Delimitação do remanescente de 3mm; (B) Ilustração do dente com 3 mm de remanescente..... 108
- Figura 3** - Confeção das matrizes de polietileno. (A) Padrão para a confecção das matrizes de acetato; (B) Matriz de acetato ..... 109
- Figura 4** - Núcleo metálico fundido e liga de cobre/alumínio..... 110
- Figura 5** - Cimentação dos pinos intra-radulares. (A) Colocação do cimento no canal radicular; (B) Utilização do pincel para colocação do cimento no pino-pré-fabricado ..... 111
- Figura 6** - Confeção dos núcleos de preenchimento. (A) Ataque ácido; (B) Aplicação do adesivo; (C) Adaptação da matriz de acetato; (D) Núcleo de preenchimento pronto ..... 113
- Figura 7** - Matriz para confecção das coroas metálicas. (A) Dente natural íntegro posicionado sobre o corpo de prova; (B) Moldagem do conjunto (corpo de prova/ coroa íntegra/ fio de cera)..... 114
- Figura 8** - Enceramento padronizado das coroas metálicas. (A) Núcleo de preenchimento vaselinado; (B) Excesso de cera removido a partir do término; (C) Adaptação marginal e fio de cera sobre a superfície palatina ..... 115
- Figura 9** - Coroa total metálica fundida em NiCr adaptada ao espécime..... 116
- Figura 10** - Cimentação da coroa com aparato para padronização da carga e direção da força. .... 117
- Figura 11** - Esquema da aplicação de força a 45°. (A) Ângulo de 135,4° formado pelo contato oclusal entre os incisivos centrais superiores e inferiores em classe I de Angle; (B) 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..... 118
- Figura 12** - Visualização do aparato utilizado para a fixação e posicionamento dos corpos-de-prova submetidos ao teste de resistência à fratura em uma Máquina de Ensaio Universal. (A) Porção inferior que se une a Máquina de ensaio Universal; (B) Aparato pronto para receber a força de compressão na Máquina de ensaio Universal (Frontal); (C) Aparato pronto para receber a força de compressão na Máquina de ensaio Universal (Lateral); (D) Força aplicada a um ângulo de 45°. 119
- Figura 13** - Representação gráfica das médias de resistência à fratura dos seis grupos experimentais.....125



**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> - Valores individuais, médias e respectivos desvios-padrão para cada condição experimental (valores em kgf.) .....	123
<b>Tabela 2</b> - Teste estatístico de análise de variância a um critério aplicado aos valores de resistência à fratura .....	124
<b>Tabela 3</b> - Comparações individuais das médias – Teste de Tukey.....	125



**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANOVA	Análise de Variância
Cu-Al	Cobre-alumínio
ISO	International Standardization Organization
JCE	Junção cimento-esmalte
kgf	Kilograma força
NMF0	Dente restaurado com núcleo metálico fundido sem remanescente dentário coronal
NMF3	Dente restaurado com núcleo metálico fundido com 3mm de remanescente dentário coronal
PF0	Dente restaurado com pino pré-fabricado sem remanescente dentário coronal
PF3	Dente restaurado com pino pré-fabricado com 3mm de remanescente dentário coronal
RC0	Dente restaurado com resina composta sem remanescente dentário coronal
RC3	Dente restaurado com resina composta com 3mm de remanescente dentário coronal





## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	35
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	41
2.1	HISTÓRICO .....	43
2.2	FÉRULA E REMANESCENTE DENTÁRIO .....	57
2.3	PINOS PRÉ-FABRICADOS .....	69
2.4	RESISTÊNCIA À FRATURA.....	82
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	99
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	103
4.1	SELEÇÃO DOS DENTES, LIMPEZA E ARMAZENAMENTO .....	105
4.2	TRATAMENTO ENDODÔNTICO .....	105
4.3	DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS .....	106
4.4	PREPARO DOS DENTES .....	107
<b>4.4.1</b>	<b>Grupos NMF0, PF0, RC0: sem remanescente dentário coronal</b> .....	107
<b>4.4.2</b>	<b>Grupos NMF3, PF3, RC3: com remanescente dentário coronal</b> .....	107
4.5	PREPARO DOS CONDUTOS.....	108
4.6	OBTENÇÃO DOS NÚCLEOS METÁLICOS FUNDIDOS .....	108
<b>4.6.1</b>	<b>Obtenção das matrizes de Acetato</b> .....	108
<b>4.6.2</b>	<b>Obtenção da porção radicular e coronária do núcleo metálico fundido</b> .....	109
4.7	CIMENTAÇÃO DOS PINOS PRÉ-FABRICADOS E NÚCLEOS METÁLICOS FUNDIDOS .....	111
4.8	PREENCHIMENTO DO CONDUTO COM RESINA COMPOSTA.....	112



4.9	CONFECÇÃO DOS NÚCLEOS DE PREENCHIMENTO .....	112
4.10	CONFECÇÃO DAS COROAS TOTAIS METÁLICAS .....	114
4.11	CIMENTAÇÃO DAS COROAS METÁLICAS.....	116
4.12	INCLUSÃO DOS DENTES.....	117
4.13	ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA (FORÇAS APLICADAS EM 45°).....	117
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>121</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>127</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>135</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>139</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>151</b>



# *1 INTRODUÇÃO*

---



## 1 INTRODUÇÃO

A restauração ideal de um órgão dentário deveria reabilitá-lo funcionalmente e esteticamente, preservando ao máximo, numa perspectiva mecânica e biológica, o remanescente dentário sadio e os tecidos circundantes. O desafio de restaurar um dente tratado endodonticamente é enfrentado pelo cirurgião-dentista quase todos os dias.

As tentativas de restaurar dentes despulpados utilizando pinos intraradiculares e coroas têm sido relatadas por mais de 200 anos. Pierre Fauchard (1747), utilizou dentes anteriores superiores para ancoragem, ao restaurar unidades únicas e múltiplas. Os pinos eram feitos de ouro ou prata e eram mantidos no lugar com um adesivo amolecido pelo calor, chamado “mastique”.

Conceitualmente, um pino é utilizado para providenciar retenção a um núcleo ou a uma coroa e aumentar a força do dente contra fratura (BARABAN, 1970; BARABAN, 1972; LINDHE, 1993; SILVERSTEIN, 1964). Embora não haja dúvida que um pino providencie retenção a uma coroa, parece não haver evidências substanciais que afirmam que pinos cimentados aumentam a força de dentes tratados endodonticamente.

Alguns autores (DEUTSCH et al., 1983; KANTOR; PINES, 1977; TRABERT; COONEY, 1984) defendem que os pinos intra-radiculares são capazes de reforçar os dentes tratados endodonticamente contra as forças intra-orais distribuindo-as, de uma maneira mais uniforme, dentro da dentina radicular, ao longo da raiz. No entanto, inúmeros autores tais como, Assif e Gorfil, 1994, Greenfeld e Marsahall, 1983; Huang, Schilder e Nathanson, 1992; Martinez-Issua et al., 1998; Pilo, 2000; Sorensen e Martinoff, 1984; Stockton, 1999; Trope e Ray Junior, 1992; Weine, Wax e Wenckus, 1991, têm demonstrado que esse método não devolve a resistência à fratura que um dente vital possui, devido à própria fragilidade do dente, ao efeito de cunha que esse tipo de restauração provoca e às diferentes propriedades físicas entre o metal e o dente.

Alguns estudos (BRAVIN, 1976; CAPUTO; STANDLEE, 1976; SIRIMAI; RIIS; MORGANO, 1999; TROPE; RAY JUNIOR, 1992) têm demonstrado que a colocação de um pino intra-radicular pode gerar um maior estresse durante a função, levando, assim, à fratura radicular, outros (AKKAYAN et al., 2002; ASSIF et al., 1993; BARKHORDAR; RADKE; ABBASI, 1989; GEGAUFF, 2000; HOAG; DWYER, 1982; PEREIRA, 2003; PEREIRA et al., 2005; PEREIRA et al., 2006; PIERRISNARD et al., 2002; RICKETTS; TAIT; HIGGINS, 2005; SORENSEN; ENGELMAN, 1990; ZHI-YUE; YU-XING, 2003) mostram que a resistência de dentes tratados endodonticamente está diretamente relacionada à quantidade de remanescente dentário presente. Dessa forma, quando não existe remanescente dentário coronal suficiente, os pinos intra-radulares devem ser indicados para suportar uma coroa (ASSIF et al., 1989; COHEN et al., 1996; GELFAND; GOLDMAN; SUNDERMAN, 1984; GUZY; NICHOLLS, 1979; TROPE; RAY JUNIOR, 1992).

Numerosas técnicas para restaurar dentes tratados endodonticamente têm sido indicadas. O sucesso desse tratamento depende das variações no comprimento, diâmetro, forma, superfície, quantidade de estrutura dentária remanescente, material e técnica utilizada para a reconstrução (FERNANDES; DESSAI, 2001; FERNANDES; SHETTY; COUTINHO, 2003; TORBJONER; FRANSSON, 2004; VALLE et al., 2007).

O núcleo metálico fundido tem sido considerado como o “gold standard” na restauração de dentes tratados endodonticamente devido a sua superior taxa de sucesso ao longo dos anos (STOCKTON, 1999; TORBJONER; FRANSSON, 2004), possuindo como principal vantagem a considerável documentação científica, que comprova sua efetividade, boa adaptação a configuração dos canais e resistência. (BEX et al., 1992; GELFAND; GOLDMAN; SUNDERMAN, 1984; PEREL; MUROFF, 1972; PLASMANS et al., 1986).

Com o grande avanço tecnológico envolvendo novas técnicas e materiais, novas alternativas para os núcleos metálicos fundidos têm surgido, constantemente, no mercado odontológico. O uso de sistemas de pinos pré-fabricados simplifica o processo restaurador, pois todos os passos necessários para a sua confecção podem ser feitos numa única sessão. (STOCKTON, 1999; TORBJONER; FRANSSON, 2004). Alguns autores (ASSIF et al., 1989; FRAGA et al., 1998) têm



demonstrado que os núcleos metálicos fundidos utilizados na restauração de dentes tratados endodonticamente provocam um estresse interno significativamente maior do que os pinos pré-fabricados.

A restauração de dentes tratados endodonticamente utilizando pinos pré-fabricados e resina composta é uma técnica viável e com sucesso clínico comprovado (STOCKTON, 1999; TORBJONER; FRANSSON, 2004). Alguns autores (ASSIF et al., 1989; FRAGA et al., 1998; STOCKTON, 1999; TORBJONER; FRANSSON, 2004) observaram que quando se utiliza esse tipo de restauração a falha mais comum é a fratura do material restaurador; no entanto, quando o núcleo metálico fundido foi o material de escolha, a falha mais comum foi a fratura da raiz.

Um elemento chave no preparo dentário quando se utiliza um pino intraradicular é a incorporação de uma férula. (GEGAUFF, 2000; PEREIRA, 2003; PEREIRA et al., 2005; PEREIRA et al., 2006; ROSEN, 1961). O termo férula é derivada da palavra “ferum”, do latim, que significa aço e “viriola” que significa pulseira. A denominação férula é dada à característica de abraçamento realizada na estrutura dentária coronal remanescente pela coroa utilizada na restauração.

A efetividade da férula tem sido avaliada por uma série de métodos, incluindo teste de fratura (GEGAUFF, 2000; PEREIRA, 2003; PEREIRA et al., 2005; PEREIRA et al., 2006;), teste de impacto (CATHRO; CHANDLER; HOOD, 1996), teste de fadiga (ISIDOR; BRONDUM; RAVNHOLT, 1999) e análise fotoelástica (LONEY; KOTOWICS; McDOWELL, 1990). Vários autores (SORENSEN; ENGELMAN, 1990; TRABERT; CAPUTO; ABOU-RASS, 1978; WALDNILD; MUELLER, 2001) têm sugerido que um dente deveria ter uma quantidade mínima de 2mm de estrutura coronal acima da junção cimento-esmalte para garantir uma forma de resistência adequada para o dente. Essa estrutura coronal providenciará um efeito férula com a coroa artificial que deverá prevenir a fratura da raiz, fratura e deslocamento do pino (AKKAYAN et al., 2002; ASSIF et al., 1993; BARKHORDAR; RADKE; ABBAS, 1989; GEGAUFF, 2000; HOAG; DWYER, 1982; PEREIRA et al., 2006; PEREIRA et al., 2005; PEREIRA, 2003; PIERRISNARD et al., 2002; RICKETTS; TAIT; HIGGINS, 2005; SORENSEN; ENGELMAN, 1990; ZHI-YUE; YU-XING, 2003).

GEGAUFF, 2000, avaliou o efeito da férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e encontrou que não houve significativa diferença entre a quantidade de remanescente coronal e a resistência à fratura. No entanto, Pereira et al. (2006), estudou a influência de diferentes quantidades de remanescente dentário coronal na resistência de dentes tratados endodonticamente. Para isso, foram selecionados 50 dentes caninos humanos tratados de acordo com o grupo a que pertenciam (grupo controle – núcleo metálico fundido; e outros 4 grupos restaurados com pinos pré-fabricados apresentando 0mm, 1mm, 2mm e 3mm de remanescente dentário coronal). Os autores observaram que o aumento do comprimento da férula aumentou significativamente a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

Apesar de os autores apresentarem diferentes opiniões sobre a quantidade ideal de remanescente dentário coronal, os resultados de resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados por núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados e resina composta encontrados na literatura são aceitáveis clinicamente porque eles são, consideravelmente, maiores do que as forças máximas fisiológicas atuantes nos dentes na cavidade bucal. (LYONS; BAXENDALE, 1990).

Há muito a se considerar sobre as condições de restauração de um dente tratado endodonticamente, e a complexidade aumenta à medida que a estrutura dentária é menor. São freqüentes as fraturas nesta modalidade de tratamento, razão pela qual são importantes o conhecimento, a compreensão e a interpretação dos princípios biomecânicos aplicados às restaurações, para que se possa coletar técnicas que ofereçam, com segurança, resistência e retenção aos elementos dentários naquelas condições. As hipóteses levantadas para esta pesquisa foram as de que houve uma significativa diferença no efeito da presença do pino e da estrutura dentária coronal remanescente na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, e que houve uma significativa diferença nos tipos de fratura.

## ***2 REVISÃO DE LITERATURA***

---



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HISTÓRICO

O uso do remanescente radicular como suporte para restaurações protéticas foi relatado pela primeira vez por Pierre Fauchard (1728), o qual utilizou um pino de prata inserido no canal radicular com o objetivo de conseguir retenção para as futuras coroas de espiga. No entanto, existem evidências que mostram que esse experimento foi primeiramente realizado pelos japoneses, no século VII, substituindo dentes perdidos por coroas com pinos de madeira.

Em 1869, Black idealizou uma técnica de aproveitamento de raiz através de uma faceta de porcelana com uma rosca que era fixada dentro do canal, o qual era preenchido com ouro em folha.

As coroas de RICHMOND, mais conhecidas como “pivot”, surgiram no final do século XIX. Eram coroas protéticas que possuíam prolongamentos que se encaixavam perfeitamente no interior do conduto radicular. Eram confeccionadas a partir de modelos de gesso obtidos por meio de um material de moldagem que copiava fielmente o interior do conduto. No entanto, apesar de serem largamente utilizadas naquela época, apresentavam algumas desvantagens tais como a dificuldade de remoção, as freqüentes fraturas radiculares e a grande dificuldade de se conseguir paralelismo entre os retentores. Por causa desses problemas, seu uso foi gradualmente abandonado, dando lugar aos núcleos intra-radiculares, formados por um pino de fixação no conduto radicular preparado e por uma porção coronária com forma anatômica de um dente preparado, na qual era colocada uma coroa com faceta estética. Com o uso dos núcleos intra-radiculares, facilitou-se a remoção da coroa protética quando necessário, bem como o paralelismo entre os diversos suportes.

Bove, em 1941, (apud VALLE) afirmou que, por volta de 1840, na

Inglaterra, dentes com formato de tubos com perfurações em toda a sua extensão associados às espigas de madeira eram utilizados para a restauração de dentes despolidos. Citou ainda que Clark (1844), modificou essa idéia substituindo o tubo de madeira por um de metal, propiciando um aumento na resistência da restauração.

Markley (1958) sugeriu a utilização de pinos para retenção de reconstruções de amálgama. Segundo o autor, o amálgama bem condensado apresentava resistência à compressão comparável com a da dentina, podendo ser utilizado também na confecção de núcleos de preenchimento. Dessa forma, a associação de pinos intradentinários ou intra-radulares com reconstruções com amálgama poderia ser um método para salvar dentes ou raízes que normalmente seriam sacrificadas.

A partir daquela época, vários estudos começaram a analisar os pinos intra-radulares. Silckemore (1959) afirmou que a utilização de uma coroa com pino intra-radicular era um método muito comum, porém apresentavam freqüentes insucessos, como a fratura do pino causada pela falta de resistência do material empregado.

Baker (1960) comentou que uma coroa de espiga apresentava o mesmo sistema de retenção mecânica que um dente no alvéolo e poderia fornecer melhor retenção que as coroas cimentadas em dentes vitalizados, permitindo assim o sucesso do tratamento em longo prazo.

Tylman e Tylman (1960) descreveram uma técnica onde empregaram pinos lisos e com roscas nos condutos radulares, completados com cera na sua porção coronária dando a eles forma de um “coping” que cobria totalmente a raiz com o objetivo de reforçá-la. Eram, então, fundidos para que, sobre eles, fossem colocadas coroas de porcelana.

Silverstein (1964) escreveu sobre o reforço de dentes despolidos enfraquecidos. Comentou que, devido ao tratamento endodôntico, os dentes tornam-se fracos e propensos a fraturas. Portanto, os dentes tratados endodonticamente precisariam de um reforço para que pudessem atuar de forma eficiente. O autor relatou sobre as vantagens da confecção de um núcleo intra-radicular quando

comparado a uma coroa com espiga, salientando a importância do núcleo não ser parte integral da coroa. Descreveu ainda uma técnica direta para a obtenção de núcleos metálicos a partir de um padrão de fundição, confeccionado pela moldagem do conduto com um pino de resina acrílica e cera e obtenção da porção coronária com auxílio da coroa provisória.

Em 1967, Christy e Pipko verificaram que uma coroa cimentada sobre um núcleo, em dois estágios, pino e núcleo de preenchimento, seria o tratamento adequado para um dente tratado endodonticamente, preenchendo os princípios biomecânicos de desenho, função e estética, além de gastar pouco tempo clínico e ser um procedimento simples. Os autores afirmaram que se deve preservar, ao máximo, a estrutura dentária ao preparar a porção radicular para receber o pino metálico, podendo atingir de dois terços a três quartos do remanescente radicular.

Sheets (1970), descrevendo uma série de princípios que considerava essenciais na restauração de dentes despulpados, concluiu que os núcleos metálicos fundidos foram os que apresentaram os melhores resultados.

Para Perel e Muroff (1972) o preparo do acesso cavitário para tratamento endodôntico leva à remoção de estrutura dentária predispondo o dente às fraturas. Para sanar esse problema, indicaram o uso de um núcleo fundido, reforçando o conjunto raiz e porção coronária. Dentre os requisitos para o sucesso de tratamento com núcleos fundidos salientaram: 1) o pino deveria ser longo para prevenir o esforço interno excessivo na raiz; 2) o assentamento oclusal preveniria a ação de cunha, eliminando possível fratura da raiz; 3) a boa adaptação interna do pino distribuiria os esforços internos em toda sua extensão, além de proporcionar uma fina camada de cimento. Enfatizaram o perigo do uso de pinos rosqueados, como maior incidência de fratura radicular.

Formulando considerações gerais a respeito da confecção de núcleos para dentes tratados endodonticamente, Schimidt et al. (1973) descreveram uma técnica na qual utilizaram pinos pré-fabricados que eram adaptados aos condutos após serem tornados rugosos. A porção coronária era reconstruída com resina e o pino cimentado com fosfato de zinco ou policarboxilato.

Em 1975, Balassiano, após extensa revisão de literatura, concluiu que o uso de pinos metálicos em dentes com grande destruição tem sido o escolhido como meio de tratamento. Afirmou que novos conceitos são emitidos na tentativa de se buscar uma técnica ideal, enfatizando que durante a sua obtenção todas as fases são de grande importância: forma do pino, preparo do conduto radicular, comprimento, cimentação e material cimentante. Todos esses cuidados não teriam valor se o sucesso da terapia endodôntica não tivesse atingido um grau elevado, passando o dente tratado endodonticamente a ser considerado como um elemento capaz de suportar uma restauração individual ou ser retentor de uma prótese fixa. Dois tipos de pinos foram os mais encontrados na literatura: pré-fabricados e metálicos fundidos. Ambos são adaptados ao conduto radicular e devidamente cimentados. Quanto à forma, os pré-fabricados podem ser cônicos lisos, ranhurados e rosqueados. Os núcleos metálicos fundidos são aqueles esculpido e fundidos para melhor atender à necessidade da restauração a ser realizada. Considerou esta técnica como excelente, pois possibilita melhor adaptação do pino ao canal radicular e a porção coronária pode-se desviar do longo eixo da raiz para melhor desenho da restauração e paralelismo dos retentores.

Moyers (1975) demonstrou a relação entre os dentes anteriores superiores e inferiores por meio de análise encefalométrica através de imagem radiográfica de perfil facial. Para o padrão normal de oclusão, o ângulo entre o incisivo central superior e inferior é de aproximadamente 135°.

No ano de 1983, Deutsch et al. publicaram uma revisão da literatura avaliando os núcleos intra-radulares pré-fabricados disponíveis no início daquela década. Os estudos demonstram que os núcleos intra-radulares apresentam duas principais funções: primeira, a de reforçar a porção coronária e a porção radicular do dente contra fratura, no caso da existência suficiente de estrutura coronária; e a segunda quando não há quantidade considerável da estrutura coronária, o núcleo é utilizado para repor essa falta, além de reter e suportar a restauração protética subsequente.

Por meio de ampla revisão de literatura sobre o uso de pinos, Greenfeld e Marshall (1983) ditaram algumas normas para o seu sucesso: 1) os pinos, para



promoverem uma resistência adequada, teriam que ter sobre si uma coroa satisfatória; 2) só deveriam ser usados quando perfeitamente indicados e deveriam ter retenção suficiente para manter uma coroa; 3) deveriam ser colocados somente na presença de tratamentos endodônticos perfeitos; 4) pinos cilíndricos distribuiriam melhor as forças; 5) não deveriam ser utilizados pinos que necessitassem de grande remoção de estrutura dentinária; 6) deveriam ser evitadas ligas que poderiam se distorcer; 7) deveria ser utilizado, para os pinos, a mesma liga que seria usada nas coroas, para evitar a corrosão; 8) toda a volta do pino deveria ter 1mm de dentina sadia; 9) dentes com raízes curtas deveriam ter pinos cimentados com ranhuras adicionais; 10) uma retenção ótima seria conseguida com pinos de 7 a 11mm de comprimento; 11) todos os agentes cimentantes, quando usados de acordo com as especificações dos fabricantes, permitiriam ótimos resultados de retenção; 12) o uso de pinos em dentes tratados endodonticamente não predisporia ao sucesso, podendo ocorrer fraturas. A partir dessas conclusões, admitiram que o pino ideal deveria ter as seguintes características: ser cilíndrico, com 9 a 11mm de comprimento a partir da junção cimento/esmalte, ou longo o bastante para abranger metade do suporte ósseo da raiz; serrilhado para proporcionar boa retenção; ser resistente à fratura durante a manipulação e função; ser de fácil instalação; passível de remoção e de custo relativamente barato.

Em 1984, Trabert e Cooney realizaram uma revisão de literatura discutindo as técnicas válidas e aplicadas naquela época na restauração de dentes tratados endodonticamente. Os autores enfocaram seu estudo no entendimento das muitas variáveis que envolviam esse tipo de restauração, buscando assim entendê-las e, através disso, achar um material restaurador que pudesse ser utilizado para todos os casos, impedindo o enfraquecimento do remanescente dentário.

Kayser et al. (1987) traçaram uma comparação entre núcleos metálicos fundidos e núcleos de resina composta com pinos intra-radulares. Os autores afirmaram que em torno de 50% dos dentes que iriam receber uma restauração metálica fundida ou uma coroa de jaqueta necessitam de um núcleo. Para eles, os núcleos fundidos apresentavam alguns problemas como necessidade de remoção exagerada de estrutura dental sadia, alto custo e retenção insuficiente em alguns casos. Ao final do artigo, os autores descreveram uma técnica de confecção de

núcleos de preenchimento em molares utilizando resina composta e pinos intraradiculares. Os autores fizeram um acompanhamento clínico dessa técnica durante 13 anos, relatando excelentes resultados, mas indicaram esse tipo de núcleo apenas para restaurações unitárias.

Stokes (1987) realizou uma revisão de literatura a respeito de pinos e seus princípios mecânicos e biológicos. Concluiu que o dente que passa por uma intervenção endodôntica, com mínima perda dentinária, não seria mais susceptível à fratura do que um dente vitalizado. Dentre muitos sistemas de pinos avaliados, os pinos cilíndricos cimentados apresentaram o maior índice de sucesso. Pinos cilíndricos rosqueáveis, utilizados em combinação com reconstruções coronárias diretas em resina composta, ofereceram uma técnica rápida, mas não deveriam ser aconselhados enquanto não existissem mais estudos clínicos realizados.

Baraban (1988) afirmou que a escolha do método para restaurar dentes tratados endodonticamente dependia da estrutura coronária remanescente; quando grande parte desta estivesse presente, um método mais conservador poderia ser utilizado, mas quando houvesse grandes destruições, a porção coronária deveria ser reconstruída por ouro, amálgama, resina composta ou cimento de ionômero de vidro; porém, existiam algumas situações onde os pinos intra-canal deveriam ser contraindicados: (1) quando o dente possuísse raízes muito encurvadas, (2) quando houvesse presença de cone de prata que não tivesse sido removido na profundidade adequada e (3) quando um pino que tivesse sido colocado anteriormente não pudesse ser removido. Um dente com uma fratura abaixo da crista óssea e dentes com cáries extensas na porção cervical da raiz também não poderiam ser restaurados. Os pinos intracanal não só promoviam suporte para o núcleo de preenchimento, mas também reforçavam contra possíveis fraturas das raízes. Para essas finalidades, indicou o uso do sistema Parapost fazendo apenas duas restrições: (A) comprimento do canal radicular pequeno para promover a retenção desejada, (B) porção cervical do canal muito larga - nestes casos poderiam ser usados os pinos rosqueados (Dentatus) devido à sua variedade de comprimento e largura. O pino intracanal deveria ter um comprimento igual à metade do comprimento da raiz suportada por osso. Deveria permanecer 3, 4 ou 5mm de gutapercha como selamento apical. Pressão exagerada durante o assentamento dos

pinos ou núcleos poderia induzir a fraturas. O ionômero de vidro utilizado como material de preenchimento formaria uma união química com a dentina prevenindo microinfiltrações, e ainda, liberaria flúor inibindo a formação de cárie na estrutura dentária adjacente.

Em 1988, Sorensen publicou um artigo procurando apresentar diretrizes para restauração de dentes tratados endodonticamente, levando em consideração a quantidade de estrutura dentária remanescente, posição do arco e os tipos de pilares que estes dentes teriam. Salienta que o clínico deveria ser flexível, realizando o tratamento segundo as necessidades de cada paciente. A conclusão do autor é que cada situação exigiria técnicas e/ou materiais diferentes. O objetivo principal seria restaurar o dente tratado endodonticamente restabelecendo a função com previsibilidade e longevidade, além de um tempo adequado e custos razoáveis para o paciente.

Em 1990, Robbins, em uma revisão de literatura, salientou sobre alguns parâmetros que norteiam a restauração de dentes tratados endodonticamente. Ele comenta que deveria haver muito cuidado com a máxima preservação da estrutura dentinária, tanto no tratamento endodôntico quanto na confecção do núcleo, possibilitando assim o sucesso do tratamento, pois, dessa maneira, evitaria o enfraquecimento da raiz. O diâmetro do núcleo deveria ser o menor possível. O maior comprimento do núcleo aumentaria a retenção e a resistência. Núcleos rosqueáveis eram mais retentivos do que aqueles que apresentavam paredes paralelas.

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

Hatzikyriakos, Reisis e Tsingos (1992) examinaram após três anos de tratamento, reconstruções realizadas com os seguintes tipos de pinos: pinos

rosqueáveis, pinos paralelos serrilhados e pinos metálicos fundidos. De um total de 154 pinos, encontraram uma margem de sucesso de 94,5% para os três sistemas usados. Os insucessos foram atribuídos aos dentes que serviam como retentores de próteses fixas e removíveis. Concluíram que, embora não encontrassem diferenças entre os sistemas testados, os pinos fundidos ainda permitiam uma maior segurança ao profissional.

Milot e Stein (1992) utilizaram 48 dentes análogos de plástico simulando dentes tratados endodonticamente para investigar a resistência à fratura. Três sistemas diferentes de núcleos foram usados: os metálicos fundidos, o Para-Post Plus e o Flexi-Post. Os corpos-de-prova foram submetidos a uma força oblíqua aplicada por lingual até que ocorresse a fratura. Os preparos biselados apresentaram maior resistência à fratura do que os outros tipos de preparo. Segundo os autores, embora os núcleos metálicos fundidos fossem usados com mais frequência, houve um aumento no uso dos núcleos pré-fabricados. Dentro dos parâmetros analisados nesse estudo, os autores concluíram que, quando a maioria da estrutura dentária é preservada, o tipo de núcleo usado teria pouco ou nenhum efeito sobre a resistência da raiz.

Cailleteau, Rieger e Akin (1992), pretendendo determinar os efeitos da distribuição das tensões de um pino metálico cilíndrico nas paredes do canal radicular, utilizaram o método de elementos finitos. Para isso, foram empregados quatro modelos bidimensionais de incisivos centrais superiores, incluindo ligamento periodontal e osso alveolar. O modelo um representava um dente intacto; o modelo dois, um dente desvitalizado e restaurado com amálgama de prata; o modelo três restaurado com uma coroa total; e o modelo quatro restaurado com pino e coroa total. Todos os materiais possuíam as mesmas propriedades (isotrópicos) e todos foram submetidos à força de 1 N na superfície lingual. Depois de feitos os testes, os autores concluíram que o pino não distribuía as tensões uniformemente ao longo da raiz. E que quando este apresentava paredes paralelas, observaram que a força de compressão gerava alta concentração de tensões junto ao seu término apical.

Morgano e Milot (1993) analisando resultados clínicos de pinos metálicos fundidos, observaram que o insucesso do tratamento poderia ocorrer por falha da

retenção devido ao comprimento, folga dentro do conduto, contaminação do cimento com saliva, resíduos de lubrificantes ou cimento temporário e também por fratura da raiz. Recomendaram a utilização dos núcleos metálicos nos dentes anteriores e posteriores que perderam estrutura dental coronária, também aconselhando a utilização de pinos fundidos os mais longos possíveis, respeitando o comprimento de 4cm a 5cm de obturação endodôntica. Ainda com relação à fratura, os autores atribuem ao desenho do pino, as paredes paralelas, a exagerada pressão hidráulica durante a cimentação e as bolhas durante a fundição. A incidência desses fatores diminuía quando uma atenção especial era dada à adaptação dos pinos dentro do conduto.

Rueggeberg, Caughman e Curtis (1994) realizaram um trabalho com o objetivo de pesquisar a interdependência da duração e da intensidade da exposição na polimerização, em várias profundidades, das resinas compostas. Os resultados mostraram uma relação muito grande entre a profundidade e a polimerização de resinas compostas. Em profundidades maiores do que 2mm, os resultados de polimerização foram pobres estando muito susceptíveis às mudanças da intensidade de luz e do tempo de exposição. Os autores concluíram que, para uma polimerização uniforme, a exposição de tempo recomendada era de 60 segundos, em uma intensidade mínima de  $400 \text{ mW/cm}^2$ , e a espessura de cada incremento não deveria exceder 2mm, com 1mm sendo a ideal.

Manning et al. (1995) revisaram conceitos teóricos que deveriam ser considerados para a reconstrução de dentes tratados endodonticamente com pinos e núcleos. Como os dentes despulpados eram mais frágeis que dentes vitais – por causa da perda de umidade e de prováveis alterações na sua morfologia – essa fragilidade deveria ser considerada com relação à aplicação de cargas que aumentariam o risco de fratura. Outra característica era o risco relacionado à anatomia radicular para a acomodação de um pino a qual, quando não observada, poderia predispor raízes finas à perfurações e a fraturas. Os autores salientaram que a resistência do remanescente também se devia à quantidade de estrutura dentinária preservada, afirmando que pinos intra-radulares não contribuíam para o aumento da resistência à fratura e, ainda, que estes só deveriam ser utilizados em caso de retenção para o núcleo e coroa protética onde ocorresse grande perda de

estrutura dental coronária.

No mesmo ano, Manning et al. publicaram a parte II, onde discutiram as aplicações clínicas desses conceitos básicos. Segundo eles, a colocação de um núcleo não reforçaria um elemento que apresentasse suficiente estrutura dentária. A necessidade de colocação de um núcleo deveria ser analisada em função da quantidade de dentina remanescente após a redução dentinária exigida pelo tipo de restauração a ser utilizada; uma espessura mínima de 1mm seria necessária para dar rigidez suficiente para que o remanescente dentinário suportasse as forças mastigatórias; espessuras menores deveriam ser removidas, havendo necessidade de se avaliar a largura e profundidade da câmara pulpar. Para a confecção do núcleo, os autores recomendaram que a remoção da guta percha seria mais segura se realizada com instrumentais aquecidos, devido ao aumento potencial de microinfiltração provocada pela remoção química e o possível deslocamento do selamento apical que poderia ocorrer durante a remoção mecânica. A preservação da estrutura dentinária remanescente deveria nortear o tipo de desgaste a ser realizado na porção coronária e, se possível, a remoção deveria se limitar à dentina sem suporte e à quantidade exigida pelo tipo de restauração a ser confeccionada. A utilização de artifícios para a orientação da força no sentido do longo eixo do dente, tal como os sulcos anti-rotacionais, minimizariam a concentração de estresse, principalmente no interior do conduto radicular. O tipo de núcleo mais adequado, pré-fabricado ou fundido, deveria ser escolhido com base na quantidade de estrutura remanescente e no tipo de estresse oclusal a qual seria submetido. No entanto, os autores concluíram que cada vez se torna mais difícil a escolha do tipo de material em virtude da grande quantidade de materiais oferecidos no mercado.

Torbjörner, Karlsson e Odman (1995) publicaram um estudo de avaliação de dez anos, feitos em 638 pacientes, procurando analisar o comportamento de 788 dentes tratados endodonticamente, em 456 dentes que receberam núcleos metálicos fundidos e 332, pinos pré-fabricados. Os autores avaliaram o percentual de falhas e o padrão de fratura. Depois de um período de quatro a cinco anos, foram detectadas falhas de 15% para núcleos metálicos fundidos e de 8% para pinos pré-fabricados, sendo que a retenção foi a falha mais comum em ambos os grupos. Analisando fraturas com a indicação de extração, registrou um percentual de 5%

para núcleos metálicos fundidos e 2% para pinos pré-fabricados. No total geral, setenta e dois dentes falharam, mas as causas pelas quais ocorreram essas falhas não foram estudadas.

Em 1996, Abdalla e Alhaydainy avaliaram o desempenho clínico de três resinas compostas em restaurações classe I de pré-molares, classificando a resina Z-100 como de melhor desempenho quando avaliada a integridade marginal, o manchamento marginal, a descoloração e a forma anatômica. Na sua discussão, os autores atribuíram o superior desempenho ao alto conteúdo de carga incorporada à matriz, possível devido ao tamanho e forma das suas partículas, totalizando 66% do seu volume. Este maior conteúdo de carga inorgânica correspondia à máxima resistência à compressão, dureza superficial e resistência ao desgaste. Além disso, seu Módulo de Young era semelhante ao da dentina, tornando o dente restaurado resistente às cargas oclusais.

Em 1997, Baharav et al. analisaram o efeito do tempo de irradiação nas propriedades de tensão de dureza e resistência das resinas compostas. Os autores utilizaram materiais que continham grande quantidade de partículas de carga, e que eram muito friáveis. Assim, os escolhidos foram a Herculite XRV (Kerr), Brilliant (Coltene) e P-50 (3 M). Um molde cilíndrico de politetrafluoretileno, com 2mm de espessura e com uma extensão de 4mm, foi preenchido com resina composta, tampado com fitas de poliéster nas extremidades. A ponta da unidade de luz ativadora foi colocada em cima da fita de poliéster. O material era irradiado por 20, 40, 80 ou 120 segundos. Num total de 120 espécimes, dez espécimes foram preparados para cada combinação de material e tempo. Antes do teste, os corpos-de-prova foram armazenados em 100% de umidade, a 37°C, por 24 horas. Os corpos-de-prova foram submetidos a tensão diametral com uma máquina de teste universal a uma velocidade de 0,5cm/min. Os materiais não diferiram significativamente entre si quanto à resistência à tensão diametral, mas diferiram quanto à dureza. Houve diferença significativa quando comparado o tempo de irradiação por 20 segundos com os outros tempos, ou seja, irradiar por 40, 80 ou 120 segundos não alterou a dureza significativamente.

Smith e Schuman (1997) elaboraram um guia de procedimento para

auxiliar na restauração de dentes tratados endodonticamente. Basearam-se na quantidade de estrutura coronária remanescente, com o objetivo de otimizar a função e a estética do dente a ser tratado. No caso de um dente possuir um mínimo de comprometimento da porção coronária e da estética, seria indicada uma restauração direta com resina composta ou cimento de ionômero de vidro reforçado com prata. No caso de utilização de pinos intra-radulares, estes devem ser de acordo com a configuração do canal radicular. Os autores reconhecem que uma decisão correta, em certos casos, é um processo complicado, pois existem poucos resultados clínicos em longo prazo avaliados até o momento.

Pegoraro et al. (1998), em seu livro de “Prótese Fixa”, recomendaram que nos casos de grande destruição coronária, nos quais o remanescente não é suficiente para promover resistência estrutural ao material de preenchimento, deveria ser indicado os núcleos metálicos fundidos. Comentaram que quando não existe remanescente dentinário suficiente, deveria ser preparada uma caixa no interior da raiz, com aproximadamente 2mm de profundidade, para criar uma base de sustentação para o núcleo. A finalidade dessa caixa seria direcionar as forças no sentido apical, diminuindo as tensões nas paredes laterais da raiz. O comprimento ideal do pino mais seguro seria de 2/3 do suporte da raiz do dente envolvido, pois consideraram que o comprimento correto do núcleo no interior da raiz é sinônimo de longevidade da prótese.

Stockton (1999) publicou uma revisão de literatura estabelecendo alguns critérios que poderiam ser seguidos na restauração de dentes tratados endodonticamente com o objetivo de otimizar a retenção e diminuir o risco de fratura. Ele sugeriu que o primeiro passo seria o diagnóstico radiográfico detalhado da raiz para o sucesso do tratamento. A estrutura dental deveria ser conservada ao máximo, levando-se em consideração que canais amplos eram mais propensos à fratura se comparados a fraturas provocadas pelos diversos modelos de pinos. Com relação aos pinos, itens como comprimento, diâmetro, desenho do núcleo deveriam ser escolhidos conforme a necessidade do paciente. O autor enfatizou que a técnica de cimentação era o que deveria ser levada em consideração, porque os cimentos geralmente apresentavam o mesmo padrão de comportamento. Aconselhou que cada situação deveria ser analisada de acordo com a necessidade de cada caso.



Uma ampla revisão de literatura foi realizada por Morgano e Brackett (1999), com o objetivo de estudar fatores relacionados à restauração de dentes tratados endodonticamente e, dentre os mais destacados para o sucesso dessas restaurações, foram os cimentos utilizados. Salientaram como desvantagens dos núcleos metálicos fundidos o fato de os pacientes necessitarem de duas visitas ao consultório e que materiais restauradores deveriam suportar o estresse induzido por forças mastigatórias. Outros fatores tais como a quantidade de tecido dental residual, tempo de consulta clínica, facilidade de manipulação, deveriam ser considerados quando se está selecionando o sistema de pinos intra-radulares / núcleo de preenchimento. Considerações econômicas também poderiam afetar a escolha de uma técnica. Os autores verificaram que o uso de pinos pré-fabricados estava se tornando muito popular entre os dentistas dos Estados Unidos, constatando que 40% dos clínicos gerais utilizavam pinos pré-fabricados na maioria das vezes, e que os mais usados eram os pinos pré-fabricados serrilhados. Observaram ainda que o uso de pinos pré-fabricados aliado a uma reconstrução de núcleo de preenchimento era, geralmente, o método restaurador de escolha para molares desvitalizados com perda excessiva de substância dental.

Em 2000, Cardoso e Poskus avaliaram a dureza Vickers de resinas compostas condensáveis. Estudaram 5 resinas compostas, 3 condensáveis (Alert, Solitaire e Surefil), 1 híbrida tradicional (Z-100) e 1 de micropartículas (Silux) utilizadas com 2 sistemas adesivos (Bond 1 e Etch Prime 3.0) restaurando cavidades pela técnica de inserção "incremental" ou única. Cavidades proximais padronizadas, em 100 dentes pré-molares extraídos, foram confeccionadas, e os dentes divididos em grupos de acordo com a resina, o sistema adesivo e a técnica de inserção utilizada. Os espécimes sofreram ciclagem térmica de 700 ciclos, variando a temperatura de 5 a 55°C por 60 segundos em cada banho. Os dentes foram preparados para que a dureza Vickers fosse determinada na superfície oclusal e na cervical de cada restauração. Concluíram que a técnica de inserção incremental proporciona maior dureza da resina na região cervical que a técnica da inserção única, não havendo diferença entre ambas as técnicas na dureza da superfície oclusal. Dentre as resinas, houve similaridade entre a Z-100 e Alert, as melhores, seguidas pela Surefil com valores intermediários e tendo Solitaire e Silux os piores resultados.

Uma revisão de literatura sobre os fatores que afetam a fratura de dentes reconstruídos com pinos e núcleos foi realizado por Fernandes e Dessay (2001). Analisando os artigos estudados, os autores chegaram à conclusão de que os principais elementos a serem considerados são: comprimento, diâmetro e material do pino bem como os materiais dos núcleos de preenchimento, além da adaptabilidade do pino, desenho e cimento utilizado. A literatura mostra que para se conseguir uma longevidade do dente restaurado seria necessário haver a preservação de estrutura dentária. Não deveriam ser utilizados pinos com o intuito de reforçar dentes, mas, por outro lado, deveria ser feita uma cuidadosa avaliação das forças funcionais e parafuncionais. Além disso, sugeriram que a escolha do material de preenchimento e suas características de distribuição de estresse deveriam ser consideradas pelo clínico. Os núcleos de amálgama e resinas compostas mostraram ajudar na distribuição desse estresse.

Santos, Silva e Souza Jr. e Mondelli realizaram uma revisão de literatura, em 2002, na qual citaram que a contração de polimerização é um dos fatores que mais contribuíam para o insucesso das resinas compostas e que ela era o resultado da movimentação e aproximação dos monômeros entre si durante a formação da cadeia polimérica. Afirmaram que quanto maior fosse o grau de conversão do monômero, maior seria a contração de polimerização, e que, nas resinas atuais, o grau de conversão ficava em torno de 60 a 70% e a contração de polimerização foi reduzida para 1,5 a 3%. Relataram que a contração de polimerização era inerente às resinas compostas e que este fenômeno iria persistir até que resinas sem contração ou portadoras de monômeros que se expandam durante a reação de polimerização estivessem disponíveis. Concluíram que inúmeros fatores eram responsáveis pelo estresse gerado na contração de polimerização, tais como módulo de elasticidade, composição da resina composta, fator de configuração da cavidade e intensidade de luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador. Indicaram, como formas de minimizar essa contração, o uso de intensidades mais baixas de luz, com o intuito de prolongar a fase pré-gel, e o uso da técnica incremental.

A maioria dos dentes tratados endodonticamente requer uma reconstrução com pino e núcleo para que se obtenha uma restauração com saúde e função. A seleção de um sistema apropriado de pinos e núcleos, diante da larga

variedade de materiais disponíveis, pode ser um dilema clínico. Dessa maneira, Fernandes, Shetty e Coutinho (2003), através de uma revisão narrativa da literatura, compreendendo o período de 1961 a 2002, analisaram artigos da língua inglesa identificados pelo MEDLINE e busca manual. O objetivo do trabalho foi identificar vários fatores que pudessem influenciar na seleção de pinos e núcleos. As palavras-chave utilizadas foram: pinos, desenho, retenção, resistência à fratura, sobrevivência e estética. Importantes fatores a serem considerados na seleção de um pino intraradicular foram citados como: comprimento radicular, anatomia do dente, largura radicular, configuração do canal, quantidade de estrutura dentária coronária, estresse, desenvolvimento da pressão hidrostática, desenho do pino, compatibilidade do material, capacidade adesiva, retenção do núcleo, retratamento, estética e tipo de coroa.

Torbjörner e Fransson realizaram, em 2004, uma revisão de literatura a respeito dos fatores biomecânicos que interferiam nos resultados do tratamento protético de dentes estruturalmente comprometidos, principalmente sobre aqueles tratados endodonticamente. A partir de artigos encontrados numa pesquisa do PUBMED/MEDLINE, entre 1970 e 2003, reportaram os seguintes fatores: falhas técnicas na conexão de próteses fixas eram freqüentemente provocadas por fraturas de fadiga; os pinos, cimento e a reconstrução estavam sujeitos a estresse provocado por forças oclusais, e a falha por fadiga poderia ocorrer no ponto mais fraco ou no local onde ocorresse a sobrecarga máxima; o ponto mais fraco freqüentemente se localizava na conexão com dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos e núcleos. Concluíram que o desenho oclusal da prótese era provavelmente mais importante para a sobrevivência de dentes tratados endodonticamente, estruturalmente comprometidos, do que o tipo de pino utilizado.

## 2.2 FÉRULA E REMANESCENTE DENTÁRIO

Realizando uma ampla revisão de literatura, Rosen (1961) preocupou-se em estabelecer normas para a correta reconstrução de dentes fragilizados e tratados

endodonticamente, alertando que é a perda de umidade decorrente do tratamento endodôntico, que torna a dentina friável e inelástica. Além disso, considera a facilidade com que esses dentes desenvolvem lesões periapicais. Recomendando procedimentos que reforcem o dente, indica a confecção de núcleos metálicos fundidos e coroa protética abraçando o término gengival, prevenindo com isso a ocorrência de fraturas sob cargas mastigatórias, o que poderia resultar no aumento da sua longevidade.

A necessidade de reforço por pinos metálicos foi salientada por Brecker (1961) sugerindo a preservação de estrutura sadia quando da sua utilização, pois acreditava que quanto maior o remanescente dental, maior seria a resistência do dente.

Em 1978, Trabert, Caput e Abou-Rass realizaram um estudo para analisar a resistência de dentes tratados ou não endodonticamente e restaurados com o uso de pinos de aço inoxidável. Foram utilizados pinos de diâmetro, largura e comprimentos diferentes. Verificaram que os pinos com diâmetros menores preservam maior quantidade de estrutura dentária aumentando, assim, significativamente, a resistência à fratura.

Leary e Aquilino-Assvare (1987) avaliaram o comprimento do pino dentro dos limites elásticos da dentina. Foram utilizadas amostras preparadas com variados tamanhos de diâmetro dos canais e diferentes comprimentos de inserção dos pinos nos canais radiculares. Os resultados mostraram que, quando a estrutura dentária interna é removida, o dente fica enfraquecido, que a cimentação de pinos intraradiculares pré-fabricados recupera apenas parte dessa resistência perdida e que, com pinos cimentados, parece existir alguma transferência de carga.

Hunter, Feiglin e Willias (1989) estudaram os efeitos do tratamento endodôntico e preparo do canal para receber pino pré-fabricado e sua cimentação em raízes de incisivos centrais, através da análise fotoelástica. Os resultados demonstraram que a remoção de estrutura dentinária do canal radicular aumenta a concentração de esforços nas suas paredes e, portando, a tendência à fratura. Pinos com diâmetro mais largo se adaptam melhor ao longo do canal radicular, entretanto, o diâmetro maior em pinos curtos aumenta a concentração de tensão na região

apical. Para os autores, a cimentação dos pinos intra-radulares em dentes com o canal tratado torna-se desnecessária, mas no caso de canais muito alargados isso reforçaria os dentes.

Barkhordar, Radke e Abbasi, no ano de 1989, tentaram provar a eficiência de um colar metálico na resistência de dentes tratados endodonticamente para fraturas radulares. Foram selecionados 20 incisivos centrais superiores sem cáries ou fraturas e separados em dois grupos de 10 dentes. No grupo I foram colocados pinos intra-radulares de 8mm sem colar metálico, e o grupo II teve pinos intra-radulares de 8mm e um colar ao redor da porção cervical, de 2mm de comprimento, com 3° de angulação de cada lado das paredes dentinárias coronárias, totalizando 6° de convergência. A espessura para as paredes de dentina era de 1mm pra os dois grupos, e no segundo grupo foi confeccionado, por cima da parede, um colar metálico de 2mm. Os pinos foram fundidos em liga de ouro e cimentados com cimento de fosfato de zinco. As forças oblíquas durante o teste de compressão foram aplicadas pela face palatina e velocidade de 5cm/min em um ângulo de 135° de inclinação em relação ao plano horizontal. Houve uma diferença estatisticamente significativa na localização da fratura entre os dois grupos. Do total, 5 espécimes do grupo I, sem o colar metálico, fraturaram longitudinalmente; 4 falharam obliquamente, se estendendo da junção cimento-esmalte para o terço apical, e o 1 teve fratura horizontal. A média de carga de falha foi de 49,6kg. No grupo II, nove espécimes fraturaram, e um foi descartado por fratura da base de resina; 4 tiveram fratura no terço apical, 1 exibiu fratura horizontal e vertical, 2 separados com linha de fratura mais apical na superfície lingual e 1 teve fratura oblíqua. A média de fratura foi de 65, 29kg. Os autores concluíram que o grupo com colar metálico demonstrou uma média de resistência superior. Isso tem importância principalmente na utilização do colar metálico como suporte para próteses fixas ou removíveis.

Loney, Kotowicz e McDowel (1990) avaliaram o efeito de abraçamento de uma férula de 1,5mm de altura através de análise de estresse por fotoelasticidade em modelos tridimensionais. O efeito de abraçamento nesse estudo foi desenvolvido pelo envolvimento da dentina pelo próprio núcleo metálico. Foi notada diferença estatística entre as amostras com e sem férula em relação à distribuição de tensões.

A amostra sem colar metálico demonstrou menor concentração de tensões na região gengival e na parede lingual da raiz, enquanto que, nas demais regiões, não houve diferença estatística entre os grupos. Aplicando a força pela face lingual do núcleo, foi registrada uma maior concentração de tensão na parede lingual da raiz junto ao ápice para ambas as amostras. Embora a férula não tenha contribuído para diminuição das tensões sobre a raiz, a distribuição geral das forças foi mais equilibrada do que no grupo sem férula. Os autores sugerem que o colar metálico poderia unificar as estruturas remanescentes.

Sorensen e Engelman (1990) pesquisaram a influência da adaptação de um pino intra-radicular na resistência de dentes tratados endodonticamente. Foram utilizados 40 incisivos centrais superiores divididos em quatro grupos. Nos grupos 1, 2 e 3, somente 1mm de estrutura axial radicular foi deixado, ao nível do ombro, criando um largo canal com forma afunilada. A profundidade de preparo do conduto foi igual para todos os grupos e a altura da porção coronária do núcleo metálico fundido foi de 7mm. Um pino intra-radicular de plástico Para-post foi adaptado e posteriormente fundido, tornando-se um núcleo metálico fundido. O grupo 1 consistiu de um pino intra-radicular Para-post, sem se estender dentro do canal. Portanto, parte do canal foi preenchido com cimento, deixando o pino intra-radicular sem contato direto com as paredes radiculares; no grupo 2 foram usados pinos intra-radulares com metal intimamente adaptados às paredes do canal, com espessura mínima de cimento; no grupo 3 foram usados pinos intra-radulares Para-post que preencheram o canal, totalmente adaptados. O processo de ceroplastia das coroas foi feito diretamente nos dentes, as quais foram fundidas em metal básico. Posteriormente, foram cimentadas com cimento de fosfato de zinco. Um dispositivo foi feito nas coroas para permitir uma carga num ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente. A carga foi aplicada a uma velocidade de 2,54mm por min. As falhas ocorridas deveram-se ao deslocamento da coroa, deslocamento do pino intra-radicular, fratura da raiz, ou fratura do pino intra-radicular. A média de valores de carga até a falha foi de: Grupo 1: 22,4kg±4,4; Grupo 2: 49,58Kg±10,26; Grupo 3: 29,47kg±5,89; Grupo 4: 28,89Kg±9,47. Uma análise do modo de fratura demonstrou que 17 dos 20 dentes nos grupos 2 e 3 falharam devido à fratura. Esse alto índice de fratura ocorreu em pinos intra-radulares que se adaptaram intimamente com a configuração radicular. Nas amostras em que somente o Para-post se estendeu

dentro do canal (grupos 1 e 4), falhas ocorreram devido à fratura do dente e falha do cimento. Em todas as 6 amostras do grupo 1, com falha de cimento, ocorreu o entortamento dos pinos intra-radulares. Vistos de um aspecto proximal, os grupos 2 e 3 tiveram uma incidência de fratura mais alta quando comparados com o grupo 4. As fraturas do grupo 2 e 3, em que foram usados pinos intra-radulares cônicos, envolveram mais estrutura dentária do que os pinos paralelos. Esse estudo questiona a remoção adicional de estrutura dentária para acomodar pinos intra-radulares de paredes paralelas. O grupo 1, com somente 1/3 dos pinos intra-radulares em contato íntimo com os remanescentes radulares em contato, apresentou uma média de limiar de falha igual aquela do grupo 4, onde os pinos intra-radulares eram paralelos, intimamente adaptados às paredes do canal. Ainda, uma grande quantidade de cimento circundando os 2/3 incisais dos pinos intra-radulares não afetou o limiar de carga para falha.

Sorensen e Engelman (1990) estudaram a resistência à fratura de dentes com diferentes tipos de término gengival para obter o efeito de abraçamento através da férula. Definem a férula como uma banda circunferencial metálica ao redor da margem gengival do preparo do dente, a qual tem por objetivo melhorar a resistência dental contra as forças de alavanca, contra o efeito de cunha dos pinos cônicos e contra as tensões geradas durante a inserção do pino. Sessenta incisivos centrais tiveram suas coroas removidas, permanecendo 15mm de comprimento para os grupos 1 e 2 e 17mm de comprimento para os grupos 3 a 6. Os dentes foram restaurados com núcleos metálicos fundidos e coroas protéticas metálicas. Foram estudados os preparos ombro em 90°, ombro biselado e preparos em 130°, com e sem 1mm de remanescente dentinário oclusal à margem do preparo. Os resultados do teste de resistência à compressão demonstraram que, independente do tipo de término, quando havia 1mm de estrutura coronária envolvida pelo preparo, a resistência à fratura foi aumentada. Os autores também demonstraram que o remanescente axial do preparo é mais efetivo em aumentar a resistência à fratura do que o bisel isoladamente. Assim, complementam a definição de férula como uma banda metálica que envolve o término do preparo ou a parede axial do preparo, fornecido pela coroa protética e não pelo núcleo.

Em 1991, Kahn afirmou que sem uma quantidade suficiente de estrutura

dentária remanescente não deveríamos utilizar núcleos de preenchimento e sim núcleos metálicos fundidos. A estrutura dentinária remanescente é o fator chave para aumentar a resistência à fratura do elemento dentário. Existem aproximadamente 100 tipos de núcleos, sendo que todos apresentam vantagens e desvantagens, não havendo um sistema ideal. Geralmente, a largura de um núcleo é determinada radiograficamente, no entanto as raízes freqüentemente apresentam uma depressão no sentido mesiodistal que limita a largura na qual deveria ser confeccionado o núcleo, pois um núcleo largo resultará em menor quantidade de dentina aumentando a possibilidade de fratura. Os dentes que apresentam esse tipo de acidente anatômico são: incisivo central e lateral inferior, primeiro e segundo pré-molares superiores, raízes palatinas e mesiovestibulares dos molares superiores e raízes mesiais e distais dos molares inferiores. A maioria dos núcleos pré-fabricados é circular e seu preparo em dentes que apresentam esse tipo de depressão pode fazer com que as paredes de dentina fiquem muito finas. Segundo o autor, um canal oval deveria receber um núcleo metálico fundido, pois nesse caso ocorre uma redução mínima de estrutura dentária para criar espaço para o núcleo. Um núcleo ligeiramente cônico é preferido e, para se evitar a formação da ação de cunha, haveria necessidade de se confeccionar um stop na área cervical.

Sornkul e Stannard (1992) propuseram avaliar a resistência à fratura de raízes de pré-molares inferiores com e sem tratamento endodôntico. Observaram que as raízes não tratadas mostraram as mais altas resistências às fraturas e concluíram que os fatores importantes para se evitar fraturas seriam a quantidade de estrutura dentária remanescente, resistência do pino e sistema adesivo entre material de preenchimento e dentina.

Chang e Milstein (1993) estudaram o efeito da parte coronária de três pinos pré-fabricados na resistência à fratura de três materiais para núcleos de preenchimento. Selecionaram 360 amostras padronizadas para receberem os pinos Para-post, Flexi-post e Unitypost, associados aos materiais restauradores amálgama de prata, resina composta e resina reforçada com partículas de titânio. Além dos materiais, foi avaliada a variação da espessura do material restaurador sobre os pinos pré-fabricados, em 1 e 3mm. Foram realizados o teste de carregamento compressivo e o teste de resistência à tração, diretamente sobre os núcleos de



preenchimento. Os resultados demonstraram que o pino Flexi-Post apresentou os melhores resultados nos testes de resistência à compressão e à tração, por possuir maior número de retenções na sua porção coronária. O material restaurador resina composta apresentou resultados superiores ao amálgama e à resina reforçada com partículas de titânio, e esse fato é atribuído, em parte, à associação com sistemas adesivos. Concluíram que uma espessura de 3mm sobre o pino é melhor que 1mm apenas, sob carregamento compressivo, e que a mesma variação não apresentou diferença em teste de resistência à tração.

Em 1994, Kahn et al. compararam a resistência à fadiga de três sistemas de núcleos rosqueáveis pré-fabricados, para analisar se o desenho pode ter influenciado a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. As raízes dos dentes humanos foram restauradas com os diferentes tipos de núcleos rosqueáveis, a porção coronária foi reconstruída com amálgama e coberta com uma coroa cimentada. Os espécimes foram submetidos à termociclagem antes de serem testados em uma máquina de teste Instron até a fratura. Não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os pinos rosqueáveis testados. Segundo os autores, os dentes em função são submetidos a vários fatores inter-relacionados, os quais incluem aspectos morfológicos, posição na arcada e fatores protéticos e oclusais. Os fatores que deveriam ser considerados na escolha do tipo de núcleo são retenção, distribuição do estresse, resistência à fratura da raiz e fratura do pino. Um conduto preparado com um mínimo desgaste resulta em maior quantidade de dentina remanescente e pode proporcionar maior resistência à fratura. Dessa forma, deveria ser evitado o uso de núcleos muito largos e de pequeno comprimento, pois estes podem elevar a concentração de estresse na região cervical. A preservação do máximo possível de estrutura coronária remanescente aumenta de forma significativa a resistência à fratura do elemento dentário. A colocação de uma coroa tem demonstrado distribuir as forças de forma mais igual do que quando o núcleo é testado sem a utilização desta, demonstrando que a concentração de forças atua em áreas diferentes. Os dentes em estado natural também absorvem melhor as forças de mastigação, pois apresentam a resiliência do ligamento periodontal e osso adjacente. Outro fator a se considerar é o fato de que a máquina de testes aplica forças contínuas em uma única direção para um pequeno ponto da coroa, e que, as forças mastigatórias não são unidirecionais e

são aplicadas repetidamente em uma grande área de superfície. Os autores concluíram que os dentes tratados endodonticamente que apresentem remanescente dentinário, não deveriam ser restaurados com núcleos pois estes não contribuem para aumentar a resistência à fratura.

Cathro, Chandler e Hood (1996) realizaram um trabalho verificando a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com resina composta, mas sem pinos intraradiculares. Nenhuma significância estatística foi encontrada quando comparada a média de resistência entre dentes íntegros e restaurados com resina composta com 1mm de férula. Dentes restaurados com resina composta sem remanescente dentário coronal teve um significativa redução na resistência à fratura quando comparada a dentes íntegros. Os autores mostraram, ainda, que quando o dente com remanescente coronário de 1mm fraturava-se, a fratura era oblíqua o que permitiria a futura reconstrução do dente afetado.

McLean (1998) apresentou critérios para que o clínico pudesse identificar dentes tratados endodonticamente que pudessem ser restaurados com um alto nível de previsibilidade, fornecendo uma visão baseada em evidências científicas. Ele sugere que para um dente tratado endodonticamente não necessitar de um pino intra-radicular, que possua 2,0mm de férula dentinária efetiva para reter a prótese e, ainda, que dentes tratados endodonticamente deveriam ser evitados como pilares suportados por encaixes de precisão, extensão distal ou cantilever.

Isidor, Brondum e Ravnholt (1999) realizaram um estudo sobre o efeito do comprimento dos pinos pré-fabricados e do comprimento da férula na resistência à fadiga de dentes bovinos restaurados por meio de coroas metálicas. Utilizaram 90 raízes que foram incluídas e fixadas em blocos de resina acrílica. Cada raiz permaneceu com 5mm de estrutura acima do ponto de inclusão em acrílico. Os pinos pré-fabricados foram cimentados no canal radicular com cimento de fosfato de zinco. Foram construídos núcleos de preenchimento (Gluma/ Bayer e Concise/3M) sobre pinos metálicos com comprimentos de 5mm, 7,5mm e 10mm. A quantidade de estrutura dental envolvida no preparo para fornecer o efeito de abraçamento variou em comprimentos de 0mm, 1,25mm e 2,5mm. Os preparos confeccionados foram de

tipo chanfrado. As coroas foram enceradas diretamente sobre as amostras e incluídas para fundição em liga nobre (Au). Posteriormente, as coroas metálicas foram cimentadas com fosfato de zinco. O teste de resistência à fadiga foi conduzido a 1 ciclo por segundo, com carga de 400 N, sob angulação de 45°, até o sistema fraturar ou perder retenção. Os autores puderam concluir que o comprimento do pino não teve correlação estatística com a resistência à fadiga, porém o comprimento da férula mostrou correlação positiva ao nível de 1% de probabilidade. Na sua discussão, citam que a literatura ainda não esclareceu a real influência dos pinos e núcleos na longevidade de dentes restaurados com coroas protéticas. A influência do pino na resistência desses dentes pode ser suplantada pelo abraçamento da coroa sobre a dentina coronária — efeito de abraçamento. Os autores comentam que, semelhantemente ao dente humano, os dentes bovinos sofrem alterações de resistência devido à idade. Além disso, as dimensões das raízes podem ter influência nos valores de resistência à fratura, sendo importante a padronização do tamanho, forma e idade dos dentes. Baseados em outro estudo, comentam que dentes bovinos e humanos apresentam resistência à tração e módulo de elasticidade semelhantes, viabilizando o seu emprego como alternativa aos dentes humanos.

Gegauff (2000) analisou o efeito do aumento de coroas e presença de férulas em pré-molares artificiais. O autor utilizou 20 espécimes, os quais foram divididos em 2 grupos, 10 apresentando aumento de coroas e férula de 2mm e 10 com o término cervical na junção cimento esmalte. Foram confeccionados para todos os dentes núcleos metálicos em liga de ouro e coroas metálicas fundidas cimentadas com fosfato de zinco. Metade dos espécimes de cada grupo recebeu aplicação de forças sobre a cúspide lingual enquanto a outra metade, sobre a crista marginal. Os dentes artificiais foram levados aos testes de compressão e os resultados mostraram que os espécimes que não apresentavam aumento de coroa e presença de férulas resistiram significativamente mais às forças aplicadas em ambas as situações.

Em seu capítulo de livro publicado em 2001, Wagnild e Mueller relatam, dentre muitos outros fatores relacionados a pinos intra-radulares, que todo dente deveria ter no mínimo 2 mm de remanescente dentário coronal acima da junção

cemento-esmalte com o objetivo de garantir forma de resistência apropriada para o dente restaurado.

Em 2002, Pierrisnard et al. analisaram através de um estudo de elemento finito, o efeito de diferentes reconstruções corono-radulares na transmissão do estresse para os tecidos dentais. O modelo gerado em computador foi planejado para comparar os parâmetros mecânicos de diferentes graus de perda tecidual coronal e restauração com diferentes materiais. Os dois níveis de perda tecidual consistiram em perda total da dentina coronal e perda parcial com 2mm de estrutura dentinária saudável (presença de férula). As técnicas restauradoras foram: núcleo metálico fundido de NiCr; pino de NiCr e núcleo de compósito; pino de fibra de carbono e núcleo de compósito e restauração de compósito sem pino. Os resultados mostraram que os maiores estresses foram encontrados na região cervical. Na ausência de férula, áreas de alta intensidade de estresse foram observadas. Quando havia a presença de um pino intra-radicular, as forças eram menos intensas. Os autores concluíram que a ausência de férula foi o fator de maior contribuição para aumentar o risco de fratura do dente e que, diferentemente de muitos outros trabalhos, a presença de um pino intra-radicular aumenta a resistência do dente tratado endodonticamente.

Zhi-Yue e Yu-Xing (2003) avaliaram o efeito do tipo de pino/núcleo e da férula sobre a resistência à fratura de 48 incisivos centrais superiores distribuídos em 4 grupos. No grupo A os dentes receberam somente um preparo para coroa metalocerâmica. No grupo B os dentes foram preparados para possuírem uma altura de férula de 2mm e restaurados com NMF (NMF). O grupo C, sem nenhum remanescente, recebeu NMF. O grupo D, com um remanescente de 2mm, foi restaurado com pinos de aço pré-fabricados e núcleos de preenchimento em resina composta. Após serem submetidos à carga (N) sob a superfície palatina, encontrou-se diferença estatisticamente significativa entre os resultados dos quatro grupos estudados. O grupo B obteve a mais alta resistência à fratura ( $1793.59 \pm 387.93\text{N}$  ou  $183,01\text{Kgf}$ ). Já para os demais grupos não houve diferença significativa (gA-  $958.49 \pm 286.02$  ou  $97,80\text{Kgf}$ ; gC-  $992.98 \pm 291.00$  ou  $101,32\text{Kgf}$ ; gD-  $994.94 \pm 285.04\text{N}$  ou  $101,52\text{Kgf}$ ). Nessa investigação laboratorial, os dentes preparados com uma férula dentinária de 2mm de altura tiveram sua resistência aumentada.

Mezzomo, Massa e Líbera (2003) investigaram a resistência à fratura de pré-molares restaurados com núcleo fundido com férula de 2,0mm ou sem ela, usando dois tipos diferentes de cimentos, o fosfato de zinco e o resinoso. Nos resultados, os grupos com férulas apresentaram melhor desempenho e o cimento resinoso desenvolveu a melhor performance.

Em sua dissertação de mestrado, em 2003, Pereira mostrou que dentes tratados endodonticamente sem remanescente dentário coronal, restaurados com pinos pré-fabricados ou núcleos metálicos fundidos e submetidos aos testes de fratura, apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparados aos grupos com remanescente dentário coronal restaurados com pinos pré-fabricados (1mm, 2mm e 3mm).

Akkayan (2004) comparou o efeito do comprimento da férula na resistência à fratura e no modo de fratura em dentes de plástico restaurados com quatro diferentes sistemas de pinos e núcleos com coroa metálica. As férulas tinham comprimento de 1,0mm, 1,5mm e 2,0mm, restaurados com pinos de fibra de quartzo, fibra de vidro, fibra de vidro e zircônia, e pinos de zircônia, resultando em doze grupos de teste. Os resultados de resistência mostraram não haver diferença entre as de férulas de 1,0 mm e 1,5 mm, que foram inferiores à de 2,0 mm. Não houve diferença quanto ao modo de fratura entre os grupos. Já comparando a resistência entre os sistemas de pinos, a fibra de quartzo obteve os melhores resultados e o pino de zircônio, os piores.

Para que se obtenha maior sucesso clínico, Goodacre (2004) apresentou algumas considerações no tratamento de dentes comprometidos tratados endodonticamente. As coroas só aumentam a longevidade clínica de dentes posteriores tratados endodonticamente comparadas aos dentes anteriores. Nestes últimos dentes, as coroas só estariam indicadas quando a integridade estrutural ou a cor dos mesmos não permitem outras formas mais conservadoras de tratamento. O único propósito de utilização de pinos é a retenção de um núcleo necessário para o suporte e retenção de uma coroa ou prótese. Os pinos deveriam estender-se apicalmente até o comprimento onde permanecesse 5mm de guta-percha remanescente para um selamento apical adequado. Diâmetros longos de pinos

aumentam o risco de fratura e perfuração radicular. Uma férula deveria ser criada por uma coroa ou prótese envolvendo no mínimo 1.5-2.0mm de estrutura dentária paralela apical ao núcleo.

Morgano, Rodrigues e Sabrosa (2004) afirmaram que a orientação mais comumente aceita para a férula é uma altura mínima de 1.5-2.0mm de estrutura dentária intacta acima da margem coronária por toda circunferência do preparo dentário. Na impossibilidade de confecção de uma férula sobre dentina remanescente, deve-se confeccionar um contrabisel ao redor do preparo para que haja um núcleo fundido com um colar metálico que circunde o dente simulando uma férula. Caso a estrutura dentária remanescente ainda assim não seja suficiente para a confecção desse bisel, indica-se o aumento de coroa clínica ou uma extrusão ortodôntica para exposição de estrutura dentária adicional. Consideram, ainda, que quando uma férula adequada não puder ser obtida, a melhor opção é a extração do dente substituindo-o por prótese convencional ou implanto suportada.

Melo et al. (2005) avaliaram a influência do remanescente dentário coronal de dentes tratados endodonticamente, restaurados com pinos pré-fabricados e duas resinas como núcleos de preenchimento, uma de presa dual (Enforce Core) e outra fotopolimerizável (Z-250). Foram utilizados 40 caninos superiores humanos extraídos, divididos em quatro grupos de 10 espécimes: Grupo I – com remanescente dentário coronal de 3mm e restaurados com Enforce Core; Grupo II – com remanescente dentário coronal de 3mm e restaurado com Z-250; Grupo III – sem remanescente dentário coronal e restaurado com Enforce Core; Grupo IV – sem remanescente dentário coronal e restaurado com Z-250. Depois de restaurados, os dentes foram levados a uma Máquina de Ensaio Universal e submetidos a uma força de compressão a 45°, até que ocorresse fratura da restauração. A análise dos resultados (ANOVA,  $p > 0,05$ ) mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os dentes com e sem remanescente dentário coronal. Com relação ao material utilizado para o preenchimento coronário, constatou-se diferença significativa, sendo que os valores mais elevados de resistência à fratura foram encontrados no grupo restaurado com a resina fotopolimerizável.

Pereira et al. (2005) analisaram a influência da quantidade de

remanescente dentário coronal sobre a resistência de dentes tratados endodonticamente. Para isso selecionaram 60 caninos superiores humanos anatomicamente semelhantes, divididos em seis grupos de dez espécimes cada, sendo que o grupo I não recebeu pino intra-radicular, o grupo II foi restaurado com núcleos metálicos fundidos e os grupos 3, 4, 5 e 6 foram restaurados com pinos pré-fabricados intra-radulares e resina composta com diferentes quantidades de remanescentes dentários coronais de 0, 1, 2 e 3mm, respectivamente. Após serem restaurados, os dentes foram levados à Máquina de Ensaio Universal para os testes de compressão a 45°. A análise dos resultados (ANOVA,  $p > 0,05$ ) mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos. O teste de Tukey encontrou valores de resistência à fratura significativamente mais elevados para os núcleos fundidos, seguidos dos pinos pré-fabricados sem remanescente coronal. Os outros grupos apresentaram-se com valores inferiores muito próximos entre si mostrando, desta forma, que o remanescente dentário coronal influencia de maneira pouco significativa a resistência dos dentes tratados endodonticamente.

Pereira et al. (2006) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos pré-fabricados variando-se a quantidade de remanescente dentário coronal. Para isso, selecionaram 50 caninos humanos recentemente extraídos e dividiram-nos em 5 grupos de 10 dentes cada. O grupo controle foi restaurado com núcleos metálicos fundidos enquanto os demais grupos com pinos pré-fabricados e diferentes alturas de remanescente dentário coronal (0mm, 1mm, 2mm e 3mm). Todos os dentes receberam coroas totais metálicas e foram levados ao teste de compressão. Os resultados mostraram que o aumento da quantidade de remanescente dentário coronal aumentou significativamente a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

### 2.3 PINOS PRÉ-FABRICADOS

Em 1965, Charlton enfatizou que o método de escolha dos profissionais

da época para restauração de dentes destruídos e com tratamento endodôntico era a colocação de um pino fundido, sobre o qual era cimentada uma coroa de jaqueta. Afirmava, também, que essa técnica era dispendiosa e trabalhosa. Sugeriu a utilização de pinos pré-fabricados por serem de fácil utilização e mais acessíveis em termos de custo ao profissional. Referindo-se à retenção dos núcleos metálicos, o mesmo deveria ter no mínimo o tamanho da coroa para que mecanicamente pudesse ter uma boa retenção. O cimento, durante a cimentação, deveria ser colocado tanto no pino quanto no interior do conduto e um cuidado especial deveria ser tomado no posicionamento do pino, pois ele poderia agir como um êmbolo por ação da pressão hidrostática, não permitindo, assim, um adequado assentamento.

Analisando a falta de retenção dos pinos metálicos dentro do conduto e a grande quantidade de desgaste de dentina, Kurer (1967) preconizou o uso de pinos rosqueáveis e parafusados com melhores resultados quando comparados aos núcleos fundidos.

Standlee, Collard e Caputo (1970) estudaram o comportamento das brocas nos preparos dos condutos que iriam receber núcleos fundidos, concluindo que elas provocaram o aparecimento de trincas nas paredes de dentina. Chamaram atenção, também, para a possibilidade de ação de cunha e fratura subsequente quando da utilização de pinos rosqueáveis e retidos por fricção. Na utilização de pinos cimentados, esse risco de fratura quase não acontece.

Segundo Harris (1970) a restauração de eleição para dentes tratados endodonticamente, destruídos por cáries, repetições de restaurações e fraturas, é uma coroa total. Quando a estrutura coronária está enfraquecida ou ausente, a raiz passa a ser o suporte para a restauração por intermédio de núcleos metálicos fundidos em ouro. Comentando sobre pinos pré-fabricados, afirmou que dentes com grandes destruições não são indicados para esse tipo de tratamento.

Em 1970, Baraban descreve sobre a utilização de pinos pré-fabricados Para-post, em dentes tratados endodonticamente, enfatizando vantagens do uso do método direto e de pinos metálicos confeccionados em ouro, aço inoxidável, plástico e alumínio. Os pinos de ouro e aço eram serrilhados para que houvesse maior retenção do cimento, devendo-se ter um cuidado especial com a cimentação destes



pinos para que fosse possível evitar a formação de bolhas de ar impedindo, assim, desajustes nos pinos e até fraturas. A maior vantagem desse sistema é a obtenção de pinos e núcleos pelo método direto, permitindo que todo o procedimento seja feito em uma única sessão.

Em 1971, Spalten sugeriu o uso de resina composta, em vez de amálgama, para restaurar dentes com pinos dentinários. Ressaltou, como propriedades, a boa adaptação, a resposta favorável da polpa com uma base de hidróxido de cálcio, baixa contração do material e um pequeno coeficiente de expansão térmica. Como vantagens, mencionou a fácil manipulação, a resistência comparável com a estrutura dentária e resistência comparável ao amálgama. Comentou, ainda, que essa técnica reforça e esplinta a raiz mais facilmente que um núcleo metálico fundido e com menor esforço.

Em 1972, Baraban preconizou a utilização do sistema Para-post e a fabricação do núcleo de preenchimento, com resina composta ativada quimicamente, para reconstrução da porção coronária em dentes uni e multirradiculares. Esse tratamento economizaria tempo e material, permitindo ainda o preparo imediato do dente, dispensando o trabalho de laboratório. O autor enfatiza a existência de suficiente retenção entre o núcleo de preenchimento e pino intraradicular de resina durante os procedimentos subseqüentes e durante a função, não existindo mais a necessidade do uso de núcleos metálicos fundidos.

Fazendo uma análise comparativa entre núcleos metálicos fundidos e pré-fabricados, Harty e Leggett (1972) comentaram que o deslocamento do pino é causado por forças de oclusão e mastigação que age contra a coroa. Ressaltaram o fato de que apesar de ter sido demonstrado que os pinos com paredes paralelas são mais retentivos que os de paredes convergentes, os testes de laboratório exercem tração apenas no sentido do longo eixo do pino, sendo que este não ocorre em função.

Standlee et al. (1972) analisaram três tipos de núcleos resumindo suas vantagens e desvantagens: 1) os núcleos lisos, paralelos, são bastante retentivos, porém de difícil cimentação devido à pressão hidrostática; 2) os núcleos lisos, de forma cônica, distribuem bem o cimento, porém são os menos retentivos; 3) núcleos

rosqueados com paredes paralelas são os mais retentivos, porém de difícil execução clínica. Os núcleos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco, introduzidos no canal com broca Lântulo. O pino foi recoberto com cimento e o assentamento foi feito digitalmente. Para evitar o deslocamento durante a cimentação, recomendaram a confecção de um sulco de escape ao longo do pino. Após a realização de uma análise fotoelástica da distribuição das forças durante a cimentação dos núcleos, concluíram: a) o axioma clínico de que o comprimento do pino deva aproximar-se do comprimento da coroa anatômica para melhor distribuição de forças parece verdadeiro, visto que ocorreu uma redução na concentração de esforços com aumento do comprimento do pino; b) os núcleos rosqueados proporcionam melhor distribuição de esforços quando em pequenos comprimentos; c) os núcleos cônicos exibiram um efeito de cunha e produziram maior concentração de esforços na área cervical; d) os núcleos de paredes paralelas geraram as mais altas concentrações de forças apicais.

A obtenção do núcleo de preenchimento com resina composta, após cimentação de um pino pré-fabricado no conduto, foi também descrita por Federick (1974), afirmando ser essa uma técnica precisa, econômica e que tem apresentado sucesso em diversas situações clínicas.

Bravin (1976) analisou as cargas funcionais em 110 incisivos laterais superiores, utilizando quatro sistemas de núcleos pré-fabricados como reforço e um grupo controle (dentes íntegros). Os pinos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco, com profundidade de 7 a 10mm, submetidos a forças oblíquas, cujos valores eram registrados quando ocorria a fratura do dente. Verificou que as fraturas do grupo controle sempre permitiam reparações e ocorriam sob ação de forças muito mais altas, enquanto os dentes com pinos sofriam fraturas irreparáveis. Concluiu que: 1) nenhum dos pinos testados reforçou os incisivos laterais e podem, ao contrário do que se pensava, enfraquecê-los; 2) o comprimento do pino foi estatisticamente significativo – quanto mais longo, mais suporte; 3) a espessura de dentina remanescente entre o ápice do pino e a superfície dental mesial e distal foi estatisticamente significativa em relação à fratura dental; 4) se um pino for necessário, o Para-post em uma profundidade ideal foi o melhor de todos os testados; 5) o uso de pinos para suportar um dente restaurado endodonticamente

apresenta um fator potencial para o fracasso.

Caputo e Standlee, em 1976, ressaltaram, além da importância da retenção do pino, a necessidade de se preservar e proteger a dentina remanescente e a estrutura dentária. Os autores consideraram a utilização de núcleos intraradiculares como uma técnica radical e, caso houvesse erros, poucas soluções corretivas poderiam ser empregadas. Destacaram que a maior retenção é dada com o aumento do comprimento do pino no conduto, mas como fator de risco enfraqueceria a dentina. Concluíram que pinos com paredes paralelas, serrilhadas e cimentados com fosfato de zinco seriam a melhor combinação para o sucesso da prótese.

A fim de conhecer as possíveis conseqüências da presença de um pino intra-radicular, em dentes tratados endodonticamente, Mattison (1982) realizou um estudo através de análise fotoelástica. Essa análise serviu para comparar fotograficamente o estresse gerado após a sobrecarga de pinos fundidos em ouro, com 2 diâmetros diferentes, e núcleo de resina composta. Três principais conclusões foram obtidas: o diâmetro do pino reconstruído com resina composta altera a magnitude do estresse; estresses geralmente aumentam quando o diâmetro do pino aumenta; o estresse aumenta quando as cargas verticais aumentam. Aconselhou a diminuição diâmetro do pino usado, particularmente quando grandes forças oclusais são exercidas pelo paciente. O uso de pinos de diâmetros menores reduz o estresse exercido sobre a dentina e estruturas de suporte e limita a quantidade de material dentário removido durante o preparo.

Em 1982, comparando pinos pré-fabricados e núcleos metálicos fundidos, Miller chegou às seguintes conclusões: os pinos e núcleos pré-fabricados podem simplificar e acelerar o procedimento restaurador em dentes despolpados; os pinos rosqueáveis têm maior retenção, mas apresentam um risco maior de fratura; os pinos cilíndricos sem roscas são mais retentivos que os cônicos, mas podem ter maiores chances de perfuração radicular; os sistemas que possuem brocas de tamanho padronizado para preparação do conduto podem causar danos à raiz quando usados indevidamente.

Peters et al. (1983), através da análise de elementos finitos, analisaram

as tensões geradas por pinos intra-radulares de comprimento, forma e diâmetros diferentes em dentes tratados endodonticamente restaurados com coroa protética. Avaliaram também o efeito da espessura da camada e tipo de cimento. Concluíram que os pinos com diâmetro menor concentram maior esforço sobre as paredes do canal radicular; quanto à forma, descobriram que, independente da forma, as tensões concentram-se principalmente nas suas terminações apicais e maior intensidade em pinos cônicos; com relação aos tamanhos, que pinos cilíndricos longos são os mais aconselhados, devendo-se respeitar os limites da raiz.

Em estudo realizado por Lindhe (1984), foram avaliados 51 dentes restaurados com pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento em resina composta, após 10 anos, onde foram encontrados 43 deles funcionando satisfatoriamente e um onde a coroa foi perdida de seu núcleo. A falha dos outros sete dentes foi por fratura radicular, cárie secundária e/ou retenção inadequada do pino.

Pao et al. (1987) utilizaram um modelo matemático produzido por computador para analisar o efeito do pino de extremidade cônica sobre o estresse transmitido para a dentina, em dentes com suporte periodontal reduzido. Em dentes com suporte ósseo normal, que requerem pinos longos e de grande diâmetro, os pinos com extremidade cônica produziram níveis máximos de força em dentina, enquanto reduziam o risco de perfuração do conduto durante o preparo. Nos dentes com suporte periodontal reduzido, os pinos com extremidade cônica reduziram também as forças transmitidas à dentina, quando comparados aos cilíndricos. Outro fator a ser considerado no uso de pinos cônicos é a preservação de maior quantidade de dentina na região do ápice do pino.

Afirmando que muita ênfase tem sido dada pela literatura aos pinos pré-fabricados e pouco se tem estudado sobre os materiais usados na construção de núcleos, Taleghani e Leinfelder (1988) realizaram uma investigação científica para determinar comparativamente se núcleos de ionômero de vidro reforçados com prata com e sem pinos intra-radulares e núcleos fundidos têm a capacidade de melhorar a resistência à fratura de pré-molares superiores, sob oclusão simulada. Sobre os núcleos foram confeccionadas coroas totais fundidas e, em seguida, realizados os

testes de resistência em uma máquina Instron. Os resultados mostraram que os núcleos de ionômero de vidro, com pinos intra-radulares, ofereceram a mesma resistência à fratura aos dentes do que os núcleos metálicos fundidos, e que os núcleos de ionômero sem pinos não foram efetivos em dentes com grande perda coronária.

King e Setchell (1990) 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 amelo-cementário, ao quais receberam 4 diferentes tratamentos de reconstrução intracoronária e restauração indireta, apresentando 1mm de colar abraçando o remanescente dental. O primeiro grupo recebeu núcleo metálico fundido; o segundo, pino pré-fabricado metálico e núcleo fundido; o terceiro foi restaurado com pino pré-fabricado metálico e núcleo de compósito; e o último grupo restaurado com pino de carbono e núcleo de resina. A carga de compressão foi aplicada por uma Máquina Universal de Ensaio, num ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente, a uma velocidade de 5cm/min. Foram registradas as cargas necessárias para causar fratura e também o padrão de fratura dos espécimes. Os resultados mostraram haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos restaurados com núcleos fundidos e com pinos de carbono e núcleo de resina. Os demais grupos não demonstraram diferença estatística entre si. Todos os espécimes sofreram fratura radicular com deslocamento do pino. Entretanto, o padrão de fratura foi significativamente mais favorável nos dentes restaurados com pino de fibra de carbono, se comparados aos do grupo restaurado com pino pré-fabricado metálico.

Weine, Wax e Wenckus, em 1991, abordaram a longevidade clínica de núcleos fundidos num período de dez anos. Foram avaliados 138 casos, com o auxílio de radiografias e exames clínicos nos âmbitos periodontais, endodônticos e restauradores. De todos esses casos somente 6,35% deles falharam. A partir dos resultados obtidos, os autores demonstram uma preferência por pinos fundidos levemente cônicos a pinos pré-fabricados paralelos, pois estes últimos removem a estrutura dentinária da porção apical do preparo e se adaptam perfeitamente ao formato do canal. Mas, apesar dos resultados superiores de adaptação, os pinos pré-fabricados não têm o mesmo desempenho clinicamente.

Lindhe (1993) utilizou resina composta associada à ancoragem com pinos intra-radulares pré-fabricados para a construção de núcleo de preenchimento em tratamentos endodônticos. A resina composta seria o material mais indicado para a reconstrução de raízes muito fragilizadas. O autor chamou a atenção para a dificuldade de fotopolimerização em áreas de difícil acesso, que faria com que estas partes ficassem com resistência inferior, portanto recomendando o uso de resina composta autopolimerizável.

Cohen et al. (1994), estudaram a resistência à fratura de três diferentes materiais de preenchimento suportados por três diferentes marcas comerciais de pinos intra-radulares. Os autores selecionaram dentes uniradulares, recém extraídos, que tiveram seus canais radulares obturados antes de receberem três diferentes pinos intra-radulares: Flexi-post, Vlock e Para-post. Após a cimentação dos pinos, reconstruíram-se as coroas dentárias com resina composta (ti-Core), amálgama (TYNin) e ionômero de vidro (Ketac silver). Os dentes foram montados em cilindros de resina acrílica antes de serem colocados em um ângulo de 45° para os testes de resistência em uma máquina de ensaios. Ao final do estudo, os autores encontraram ser os pinos Flexi-post e Vlock os que forneceram maior resistência ao dente, vindo por último os pinos Para-post. Em relação aos materiais de preenchimento, as resinas compostas foram os mais resistentes, superando o amálgama, que foi destacado pelos autores como material frágil que precisa de volume, sendo, portanto, enfraquecido pela presença de pinos. Os núcleos de Ketac-silver foram os menos resistentes, o que, segundo os pesquisadores, deve-se a sua baixa resistência à compressão.

Marchi (1997) comparou a resistência à fratura de raízes integras e debilitadas restauradas por meio de núcleos fundidos ou pinos pré-fabricados metálicos. Para fixar as amostras desenvolveu uma base metálica com um plano inclinado de 45°, cujo centro possuía uma perfuração central para fixação dos blocos de resina que continham as amostras. Dessa maneira, a ponta metálica, que realizava o carregamento compressivo, formava um ângulo de 135° em relação à superfície palatina das amostras. A análise estatística dos dados demonstrou que pinos pré-fabricados apresentaram resistência superior ao núcleo fundido quando cimentado em raízes debilitadas, não apresentando diferença estatística, quando

comparados a raízes integras. Concluíram também que o agente adesivo associado à resina composta foi efetivo em reforçar raízes debilitadas.

Sidoli, King e Setchell (1997) compararam o desempenho e a resistência à fratura de pinos de fibra de carbono (C-post) em relação aos pinos metálicos e núcleos em resina composta. Foram selecionados 40 incisivos centrais e caninos superiores, divididos em 4 grupos com os seguintes tratamentos: dentes restaurados com C-post e núcleo de resina; dentes restaurados com pino metálico e núcleo em resina; dentes restaurados com núcleo metálico fundido e dentes íntegros onde foi realizado tratamento endodôntico. Todas as amostras foram recobertas com restaurações protéticas e cimentadas com fosfato de zinco. A carga de compressão foi aplicada num ângulo de 50° em relação ao longo eixo do dente, em uma velocidade de 5cm/min. Os dentes somente com acesso endodôntico mostraram resistência à fratura superior aos demais grupos, seguidos dos dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados, os quais que não mostraram diferença estatística entre si. Foram encontrados resultados inferiores quando se utilizou o pino de fibra de carbono. O padrão de fratura foi examinado macroscopicamente e microscopicamente, sendo que os melhores resultados foram para os pinos de carbono, seguidos dos pré-fabricados, que se mostraram compatíveis com a reconstrução dental após fratura.

Em 1998, McLean publicou um estudo que apresentava uma técnica direta para a restauração de dentes tratados endodonticamente. Ele considerava que a única função de um pino intra-radicular é promover a retenção para a reconstrução coronária, e que esta ainda pode ser considerada ativa ou passiva. Os núcleos ativos são aqueles que oferecem uma retenção adicional a qual promove um engajamento mecânico na dentina. Os núcleos passivos são os paralelos ou os cônicos, pré-fabricados e fundidos, sendo que os paralelos oferecem maior retenção. O autor afirma que, se for realmente necessária a utilização de um pino, que este seja um de menor diâmetro, paralelo, de retenção passiva, com comprimento igual ou maior que a coroa clínica, cimentado com fosfato de zinco ou cimento híbrido de resina/ionômero de vidro, deixando um vedamento apical de 4mm.

Para analisar a resistência à fratura de raízes tratadas endodonticamente,

utilizando duas técnicas diferentes de restauração, Fraga, et al. (1998) realizaram um estudo *in vitro* utilizando 27 raízes de dentes uniradiculares, recém extraídos, com diâmetro cervical semelhante. Dois grupos foram montados, sendo que o primeiro grupo, com 14 amostras, recebeu núcleos metálicos fundidos e o segundo grupo, com as 13 amostras restantes, pinos pré-fabricados e núcleo de resina composta. Em ambos os grupos o comprimento do pino intra-radicular foi de 8mm e a cimentação feita com cimento de fosfato de zinco. Mediante a aplicação de uma carga a 45°, em relação ao longo eixo do dente, o grupo 1 apresentou maior resistência à fratura. Apesar desse resultado, o estudo ainda aponta para os núcleos pré-fabricados reconstruídos com resina composta como o sistema mais recomendável, porque todas as falhas ocorreram na estrutura de resina e isso possibilitou a proteção da dentina radicular.

Akkayan e Caniklioglu (1998) avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com diferentes sistemas de pinos intra-radulares. Os pinos Flexi-post, Para-post e Filpost foram fixados ao canal de caninos superiores através de cimento de fosfato de zinco. Os núcleos de preenchimento foram confeccionados em ionômero de vidro convencional. Foi introduzido um grupo com núcleo de preenchimento, porém sem pinos intra-radulares. No grupo controle foram cimentados núcleos metálicos fundidos. Todos os preparos foram recobertos com coroas protéticas metálicas abraçando 1mm do término em dentina. As amostras receberam uma camada de material de moldagem à base de silicona para simular o ligamento periodontal. Em seguida, foram incluídas em resina para serem submetidas ao carregamento tangencial de compressão à 130° a uma velocidade de 1 mm/min. Os resultados mostraram diferença estatística entre os grupos: a menor média foi para o grupo restaurado apenas com núcleo de ionômero de vidro, seguido respectivamente pelo grupo do Filpost, núcleo metálico fundido, Para-post e, com melhor média, o grupo do Flexi-post. O estudo do padrão de fratura demonstrou predomínio de fraturas oblíquas entre os terços médio e gengival da raiz, porém, no grupo dos núcleos fundidos, houve alto índice de fraturas longitudinais. O padrão de fratura mais favorável à reconstrução foi demonstrado pelo grupo do Flexi-post. Em sua discussão, comentam a importância de se realizar a cobertura da raiz com um material elástico que permita a movimentação da raiz, o que pode alterar a distribuição de tensões durante o teste. Concluem que o pino



Flexi-post demonstrou a melhor resistência à fratura, e o padrão de fratura mais coronário em relação aos demais sistemas de retenção para a coroa protética.

Zalkind e Hochman (1998) comentaram que os núcleos fundidos são indicados quando não há estrutura dentária remanescente suficiente para utilizar os núcleos pré-fabricados. Entretanto, quando a raiz permite e existe quantidade suficiente de dentina, os pinos pré-fabricados podem ser empregados. Além da fácil manipulação e rápido endurecimento, os pinos possibilitam a preparação em uma só visita e tem baixo custo. Ressaltaram também a necessidade de resultados esteticamente satisfatórios. Devido ao aumento da utilização da coroa de porcelana pura. O pino de cerâmica de zircônia oferece uma base estética para uma coroa totalmente cerâmica.

Estudando a resistência à fratura de 2 tipos de restaurações: dentes restaurados com pinos de carbono pré-fabricados e núcleo de compósito e dentes restaurados com núcleos fundidos, Martinez-Insua et al. (1998) mostraram que o limiar de fratura média foi de 103.7kg para o grupo (I) e 207.7kg para grupo (II). No grupo II, entretanto, a fratura quase sempre afetou o próprio dente, enquanto no grupo I o conjunto pino/núcleo quase sempre falhou primeiro. Os autores concluíram que o limiar de fratura significativamente mais alto foi registrado para o grupo de pino e núcleo fundido. Dentes restaurados com pinos fundidos tipicamente mostraram fratura do dente, embora em cargas que raramente ocorrem clinicamente. Os autores ainda concluem que pinos e núcleos usados para a restauração de dentes despulpados deveriam ser fortes, embora o pino devesse falhar antes da estrutura dentária remanescente em resposta ao estresse mecânico. Nesse estudo, o limiar de falha de pinos de fibra de carbono foi significativamente mais baixo do que o limiar para pinos fundidos. Pinos fundidos comumente resultaram em fratura dentária.

Reagan et al. (1999) avaliaram a resistência à fadiga de três tipos de núcleos sem a utilização de coroa protética. No primeiro grupo utilizaram dois pinos pré-fabricados com núcleo de amálgama; no segundo grupo, os mesmos pinos pré-fabricados com núcleo de resina composta; e no terceiro, núcleos metálicos fundidos como controle. Depois de submetidos a testes de fadiga até a ocorrência de fratura,

o grupo restaurado com núcleo de compósito apresentou valores superiores aos dos outros grupos, e isso se atribui ao fato de a resina composta ter baixo módulo de elasticidade, que permite uma melhor absorção dos impactos durante o teste de fadiga mecânica.

Sirimai, Riis e Morgano (1999) avaliaram a resistência à fratura vertical de 60 incisivos centrais tratados endodonticamente e restaurados com seis diferentes métodos de pinos e núcleos protéticos. Os sistemas escolhidos foram: núcleos metálicos fundidos cimentados com fosfato de zinco; pinos pré-fabricados metálicos cimentados passivamente com fosfato de zinco e núcleo em resina; fibras de polietileno fixadas com cimento resinoso e envoltas por núcleo em resina; pino pré-fabricado metálico passivo e núcleo confeccionado com fitas de polietileno e resina; pinos pré-fabricados metálicos passivos fixados com cimento resinoso e núcleo em resina. Utilizou-se uma velocidade de 0,5mm/min num ângulo de 130° para a realização do teste de resistência à compressão. Concluiu-se que a adição de fibras de polietileno a um núcleo pré-fabricado resulta em menor quantidade de fraturas no sentido vertical se comparado a núcleos metálicos fundidos. Entretanto, os núcleos metálicos fundidos são os que apresentam maior resistência à fratura entre os núcleos estudados.

Paulillo (2001) avaliou diferentes sistemas de retenção intraradiculares associados aos núcleos de preenchimento e coroas metálicas sobre término em ombro sem abraçamento cervical. Os resultados demonstraram valores superiores para o núcleo metálico fundido, sem diferença estatística para pinos pré-fabricados metálicos. O autor utilizou em seu experimento liga de níquel-cromo para confecção dos núcleos fundidos e pinos pré-fabricados de aço inoxidável (Flexi-post). Comparou também pino não metálico, passivo, de fibra de vidro, que apresentou os menores valores de resistência à fratura, com diferença estatística aos anteriores. O autor comenta que, com término em ombro reto, os esforços são transmitidos diretamente ao núcleo causando efeito de alavanca sobre a raiz.

Sorensen et al. (2001) estudaram critérios de seleção para pinos e núcleos na restauração de dentes tratados endodonticamente, avaliando as propriedades físicas dos materiais de preenchimento, forças de inclinação de pinos

pré-fabricados e retenção dos materiais de preenchimento aos pinos de zircônia. Os autores concluíram que quando houver menos da metade do remanescente dentário coronal, um pino ou núcleo deve ser indicado. Ainda mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os materiais dos núcleos de preenchimentos, os quais foram testados em relação a sua força flexural, tendo a resina composta apresentado os melhores resultados. Além disso, mostraram que o pino pré-fabricado de aço inoxidável foi significativamente mais resistente que os outros sistemas de pinos.

Raygot (2001) analisou a resistência e o modo de fratura de incisivos tratados endodonticamente restaurados com núcleo metálico fundido, pinos de aço inoxidável e pinos de carbono. Selecionaram-se 30 incisivos humanos, os quais foram divididos em 3 grupos de 10 cada, um para cada tipo de pino. Após a cimentação dos pinos e das coroas, todos os espécimes foram levados à Máquina de Ensaio Universal para realização dos testes de compressão à 130°. Os resultados não evidenciaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados. O autor ainda observou que 70 a 80% de todos os dentes apresentavam fratura acima do nível ósseo, possibilitando assim o reparo.

Heydecke e Peters (2002) realizaram uma revisão de literatura para comparar a performance clínica e *in vitro* de núcleos fundidos e núcleos de preenchimento com pinos pré-fabricados em dentes uniradiculares. A comparação das cargas de fratura nos estudos *in vitro* não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre as duas modalidades de tratamento. A taxa de sucesso para núcleos fundidos, em dois estudos, teve média de 87,5%; e em um terceiro estudo, alcançou 86,4% para núcleos de preenchimento após 72 meses.

Em 2002, Akkayan et al. analisaram o efeito de 4 sistemas de pinos intraradiculares sobre a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Foram selecionados 40 caninos superiores divididos em 4 grupos de 10 cada, restaurados com pinos de titânio (grupo 1), fibras de quartzo (grupo 2), fibra de vidro (grupo 3) e zircônia (grupo 4). Após a cimentação dos pinos e das coroas, os dentes foram encaminhados à Máquina de Ensaio Universal para testes de compressão à 130° ao longo eixo do dente. Os resultados encontrados foram 66,95kg, 91,20kg,

75,90kg, 76,91kg para os grupos 1 a 4 respectivamente. O grupo 2 apresentou resistências significativamente maiores que os outros três grupos. Os grupos 3 e 4 foram estatisticamente similares. O autor observou ainda que as fraturas ocasionadas nos grupos 2 e 3 eram totalmente reparáveis, enquanto fraturas irreparáveis ocorreram nos grupos 1 e 4.

Ricketts, Tait e Higgins (2005) descreveram princípios básicos para o preparo correto do conduto para receber um pino intra-radicular, os quais deveriam reduzir o risco desnecessário de enfraquecimento dentário. O autor citou que a preservação de estrutura dentária coronal, ou seja, a presença da férula, seria de suma importância para melhorar significativamente o prognóstico do dente restaurado.

## 2.4 RESISTÊNCIA À FRATURA

Descrevendo que a obtenção de núcleos metálicos fundidos poderia ser feita pela técnica direta ou indireta com o mesmo sucesso, e que o comprimento do pino deveria ser pelo menos igual ao tamanho da futura coroa, Johnston et al. (1965) enfatizaram que todos os dentes tratados endodonticamente são mais propensos à fratura quando comparados aos dentes polpados, devendo, assim, ser reforçados com pinos metálicos.

Estudando técnicas para restaurações de dentes despolidos, Kantor e Pines (1977) utilizaram dentes uniradiculares reunidos em quatro grupos: a) grupo controle - preparo dental padrão, sem reforço; 2) dente reforçado com pino de aço inoxidável, fixado ao conduto com cimento de poliacrilato; 3) núcleo metálico fundido em ouro e cimentado com cimento de poliacrilato; 4) pino de aço inoxidável cimentado com poliacrilato e porção coronária de resina composta. Esses pinos foram submetidos a uma força de compressão em 45° na superfície vestibular, até que ocorresse a fratura. Concluíram que em dentes com a porção coronária intacta devido a uma boa terapia endodôntica, um pino cimentado dentro do conduto seria o tratamento de escolha, acreditando que a resistência do dente

seria dobrada. Indicaram o uso de pinos metálicos fundidos para tratamentos complexos protéticos e periodontais.

Em 1977, Henry estudou, por meio de análise fotoelástica, o estresse gerado antes e após a aplicação de carga, em diferentes formas de pinos intraradiculares. Foram estudados os pinos com: 1) Paredes divergentes; 2) Paredes paralelas; 3) Paredes paralelas e rosqueadas; 4) Paredes divergentes rosqueadas. Observaram que antes da aplicação de carga, os pinos cônicos e de paredes paralelas permaneceram sem áreas de concentração de força. Após a aplicação de carga, os pinos com paredes paralelas mostraram concentração de força em ambos os lados e os cônicos, na região apical. Os de parede paralela foram mais favoráveis que os cônicos e os rosqueados apresentaram concentração de esforços tão grande que o autor considerou duvidosa sua aplicação clínica. Verificou também que a concentração de esforços diminuía quando existia um pequeno remanescente coronário, deixando a sugestão de que este deva ser mantido quando da confecção de um núcleo.

Em 1979, Guzy e Nicholls avaliaram o reforço da estrutura dental decorrente da utilização de pinos em dentes tratados endodonticamente. Foram selecionados 59 dentes recentemente extraídos, incisivos centrais e caninos, os quais tiveram seus condutos radiculares preenchidos com guta-percha, pela técnica da condensação lateral. Vinte e nove deles não utilizavam pinos intra-radiculares e tiveram suas câmaras pulpares até 2mm abaixo da junção cimento-esmalte preenchida com cimento de silicato. O restante dos dentes recebeu pinos intraradiculares com remoção do material restaurador intracanal até 8mm. Pinos intraradiculares Kerr Endo-post foram cimentados com cimento de Fosfato de Zinco. Os dentes foram colocados em cilindros de alumínio preenchidos com resina acrílica, montados em um ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente e, em seguida, receberam uma força de compressão através da máquina de teste Instron. O resultado encontrado mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa quando da utilização ou não de pinos intraradiculares.

Mondelli et al. (1980) estudaram a resistência à fratura de pré-molares, onde variavam a amplitude vestibulo lingual de 3 tipos de preparo: oclusais, próximo

oclusais com duas faces e preparos MOD. Para realizar a pesquisa utilizaram 100 pré-molares recém extraídos de pacientes com idade entre 20 e 25 anos. Foram divididos 30 dentes para cada tipo de cavidade, onde 3 diferentes diâmetros de preparo eram confeccionados para cada grupo de 10 dentes. O grupo controle foi composto por 10 dentes hígidos. Após a divisão e realização dos preparos foram incluídos em blocos de resina e submetidos à fratura, sob carregamento de compressão, a uma velocidade de 0,5mm por minuto. Uma esfera com 4mm de diâmetro contactava ambas as cúspides dos pré-molares simulando uma carga oclusal. Concluíram que todas as cavidades são capazes de diminuir a resistência dos dentes, e que a amplitude da cavidade está diretamente relacionada à resistência à fratura do remanescente dental.

Christian et al. (1981) selecionaram 25 molares inferiores intactos recém-extraídos, cortaram a coroa 2mm acima da junção amelo-cementária e montaram em um cilindro de resina acrílica. Os dentes foram divididos em 3 grupos: A) dentes íntegros; B) núcleos de amálgama sem pinos e C) núcleos de amálgama com pinos intra-radulares. Os dentes foram montados em uma máquina INSTRON com uma angulação de incidência de força de 90°. Ao final dos testes, os autores encontraram que os dentes hígidos foram os mais resistentes (269 libras) seguidos pelos núcleos de amálgama com pinos intra-radulares (142 libras) e os núcleos de amálgama sem pinos intra-radulares.

Stackhouse (1982) recomendou a utilização de pinos fundidos no interior do conduto tratado endodonticamente como método de reforço. O autor recomenda o uso dessa técnica em casos de reforço de coroas artificiais individuais, reforço de dentes incluindo grandes espiantagens, substituição de coroa que se tenha fraturado na raiz e substituição de próteses fixas que tenham-se soltado.

Hoag e Dwyer (1982) avaliaram três formas de reconstrução de dentes posteriores: ouro fundido, amálgama e resina composta, avaliando também o efeito da coroa total metálica nesses três tipos de núcleos. Os autores selecionaram 40 molares inferiores e os dividiram em 3 grupos: A) núcleo fundido em ouro; B) núcleo de resina composta com pino intra-radicular e C) núcleo de amálgama condensado 4mm dentro dos canais. Metade dos dentes receberam uma coroa total e a outra

não. Com o intuito de simular as forças de mastigação, os dentes foram montados em ângulo de 45° em uma máquina de testes. Nos grupos sem coroa total, os núcleos fundidos foram bem superiores aos núcleos de preenchimento, sendo que amálgama e resina composta apresentaram o mesmo resultado. Os grupos com coroas foram bem mais resistentes que os dentes sem coroa. Nos grupos com coroa total não houve diferença entre os tipos de núcleos. Como conclusão, os autores indicaram que o método de núcleo pode não ser significativo se a coroa fundida tiver suas margens integralmente além do núcleo.

Sorensen e Martinoff (1984) fizeram um estudo correlacionando a parte clínica e laboratorial de 1273 dentes tratados endodonticamente para determinar a importância clínica de reforço do pino e da cobertura coronal, bem como a importância da localização do dente no arco durante o planejamento. Os autores concluíram que não existiu aumento significativo na resistência à fratura ou ao deslocamento obtido com reforço intracoronar para os 6 grupos anatômicos de dente; a cobertura coronal não aumentou significativamente a taxa de sucesso clínico de dentes anteriores superiores e inferiores e que a taxa de sucesso clínico foi significativamente aumentada com cobertura coronal nos pré-molares e molares superiores e inferiores. Eles sugerem que o recobrimento da estrutura dentária seria mais eficiente no reforço do elemento dentário do que a fabricação de um núcleo para tais dentes. No caso de uma real necessidade de núcleos intra-radulares o comprimento, forma, tipo de superfície e diâmetro devem ser observados atentamente. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa quando comparadas as porcentagens de sucesso dos dentes anteriores superiores restaurados com ou sem pinos intra-radulares. Os autores salientam ainda que pinos intra-radulares não devem ser indicados com o propósito de reforçar a estrutura remanescente, pois o espaço para o pino pode levar à remoção excessiva de estrutura dentária.

Os mesmos autores, no mesmo ano, correlacionaram os 1273 casos de dentes tratados endodonticamente para investigar o significado de determinados fatores como desenho, comprimento, configuração da superfície, diâmetro na confecção de núcleos intra-radulares e suas sobrevidas. As variáveis avaliadas foram: 1) método de reforço intracoronário nas categorias (a) núcleos metálicos

fundidos (b) Para-post e núcleo de preenchimento de amálgama ou resina composta (c) núcleos metálicos fundidos de Para-post (d) pinos rosqueados (e) Amalgamapin (f) pino dentinário com resina composta; 2) tamanho do núcleo intra-radicular determinado através de radiografia; 3) modo de falha, dividido em dois grupos, os restauráveis por falha de deslocamento e os não restauráveis por falhas originadas de fraturas oblíquas e horizontais, fratura vertical do dente e perfuração iatrogênica do dente. Ao final do estudo, foi concluído que pinos serrilhados cilíndricos fundidos com porção coronária e pinos serrilhados cilíndricos com porção coronária em amálgama ou resina composta registraram os resultados mais satisfatórios; pinos cônicos fundidos com porção coronária apresentaram maior risco de falha do que os de dentes tratados sem reforço intracoronário; pinos serrilhados não apresentaram falhas causadas por fratura dental; dentes com comprimento de pino igual ou maior que o tamanho da coroa apresentaram percentual de sucesso superior a noventa e sete por cento.

Com o objetivo de comparar a resistência à compressão de dentes posteriores endodonticamente tratados com diferentes formas de núcleos Gelfand, Goldman e Sunderman (1984) selecionaram 156 dentes molares superiores e inferiores divididos em 6 grupos: 1) núcleo de amálgama com 2 pinos Para-post; 2) núcleo de resina composta com 2 pinos Para-post; 3) núcleo de amálgama com o mesmo condensado dentro de 3 canais; 4) núcleo de resina composta condensada dentro de 3 canais; 5) núcleo fundido com pino em um canal e 6) dente natural com Cavit dentro da câmara pulpar. Desses 156 dentes, metade recebeu uma coroa total fundida e a outra metade não. Os dentes foram montados em blocos de resina acrílica e colocados sob uma angulação de 45° em uma máquina de testes Instron. Após os testes, os autores concluíram que quando se coloca uma coroa total, não há diferença nos resultados de resistência á compressão. Nos dentes sem coroas, os núcleos de amálgama e resina composta condensados 3mm dentro dos canais foram mais resistentes do que os mesmos com pinos Para-post 7mm dentro dos canais. Os núcleos fundidos foram os mais resistentes nos grupos que não receberam coroa total.

Em 1985, Irvin et al. avaliaram, através de uma análise fotoelástica, o padrão de estresse induzido pela inserção de pinos retentivos auto-rosqueáveis e



observaram que o desrosqueamento de  $\frac{1}{4}$  até meia volta resulta numa significativa diminuição do estresse gerado. Foi notada também uma zona de grande estresse quando esses pinos foram inseridos completamente no canal preparado, levando a uma correlação com a presença de trincas ou fendas na estrutura dentária.

Questionando se um pino intra-radicular realmente reforça um dente tratado endodonticamente, Trope, Maltz e Tronstad (1985) compararam a resistência à fratura de incisivos centrais superiores tratados endodonticamente sob diferentes métodos de restauração. Os 64 dentes foram divididos em 8 grupos: 1) câmara pulpar preenchida com resina composta; 2) câmara pulpar condicionada com ácido e preenchida com resina composta; 4) conduto preparado 10mm e deixado vazio; 5) câmara pulpar e 10mm dentro do canal apenas preenchido com resina composta; 6) Pino Para-post cimentado no canal e câmara pulpar preenchida com resina composta; 7) Pino Para-post cimentado com fosfato de zinco no canal, câmara pulpar condicionada com ácido e preenchida com resina composta; 8) Canal radicular e câmara pulpar condicionados com ácido, pino Para-post cimentado com resina composta. Os dentes foram montados em um ângulo de  $50^\circ$  e a resistência à fratura foi medida em uma máquina Instron. Como resultado, os autores não encontraram nenhuma melhoria na resistência dos dentes após o condicionamento ácido da dentina. O preparo do conduto para um pino diminuiu significativamente a resistência do dente. A cimentação de um pino intra-radicular enfraqueceu o dente tratado endodonticamente.

Plasmans et al. (1986) compararam a resistência de núcleos metálicos fundidos, amálgama com pino Unimetric, amálgama sem pino e Amalgama pin sob forças oblíquas. Os núcleos foram confeccionados em dentes naturais montados em um plano inclinado de  $45^\circ$  com o intuito de simular forças de compressão ou cisalhamento exercidas por um dente antagonista. Após os testes, os autores concluíram que apesar da resistência superior dos núcleos fundidos, os núcleos de amálgama apresentam um comportamento satisfatório em casos onde o dente não está sujeito às forças além do normal, como retentor de prótese fixa ou pacientes com bruxismo. Os autores concluíram também que a colocação de um pino intra-radicular em núcleos em amálgama não aumentou a resistência dos dentes despolpados.

Plasmans; Welle e Vrijhoel (1988) publicaram um estudo onde avaliaram a resistência à fratura de núcleos de resina composta com e sem pinos intraradiculares. Os autores selecionaram 20 molares inferiores recém-extraídos que tiveram as suas coroas cortadas 2mm acima da junção cimento-esmalte. Os dentes foram divididos em quatro grupos experimentais e um controle: A) resina composta autopolimerizável e pino Unimetric; b) resina composta autopolimerizável sem pino; C) resina composta autopolimerizável na câmara pulpar, resina fotopolimerizável no restante da coroa e pino Unimetric; D) resina composta autopolimerizável, resina fotopolimerizável no restante da coroa sem pino e grupo E) (controle): núcleo metálico fundido. Os dentes foram montados em cilindros de resina acrílica e montados em um ângulo de 45° para teste em uma máquina Instron. Os autores concluíram, após os testes, que os núcleos de resina composta são bastante satisfatórios e a presença de um pino intra-radicular não trouxe nenhum benefício à resistência do dente, podendo levá-lo a uma fratura na porção radicular não passível de reparo. O autor afirma que um pino metálico pode ser necessário se a câmara pulpar e o remanescente dentário não puderem propiciar retenção e resistência suficiente ao núcleo.

Assif et al. (1989) utilizaram um modelo fotoelástico com o intuito de examinar a influência de diferentes tipos de restaurações colocadas após terapia endodôntica, enfatizando a maneira com que as forças aplicadas à superfície oclusal foram dispersas para as estruturas de suporte dos dentes tratados. Os autores selecionaram pré-molares intactos divididos em 4 grupos: A) Dente intacto após obturação do canal; B) Dente após tratamento endodôntico coberto com uma coroa total; C) Dente com pino e núcleo de resina composta e D) Dente com núcleo fundido e coroa total. Os dentes foram montados em um material fotoelástico e fotografados no campo de luz polarizada. Ao final do estudo, os autores enfatizam que talvez um pino metálico não atenda a todas as necessidades de um dente tratado endodonticamente, pois é feito de um metal rígido com um módulo de elasticidade muito maior do que a estrutura dental e tem o potencial de fraturar a raiz. Para os autores o dente deve ser restaurado com um material que possua módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que pode ser melhor obtido pelas resinas compostas que também possuem alta resistência ao cisalhamento.

McDonald, King e Setchell (1990) analisaram os efeitos da restauração de dentes tratados endodonticamente com núcleos quanto a sua resistência à fratura. Os dentes foram divididos em três grupos, dentes restaurados endodonticamente sem núcleo, dentes restaurados com núcleo de aço inoxidável e dentes restaurados com núcleo de fibra de carbono. Os núcleos foram cimentados com cimento resinoso. Os dentes foram submetidos à força no sentido de 90° até que ocorresse a fratura. Os resultados não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos analisados. Os autores concluíram que não há vantagens, do ponto de vista da fratura mecânica, em se restaurar dentes tratados endodonticamente com núcleos de aço inoxidável ou de fibra de carbono.

No ano de 1992, Sedgley e Messer analisaram as propriedades biomecânicas de vinte e três dentes tratados endodonticamente e seus pares vitais contralaterais. No estudo foram testadas as seguintes variáveis: resistência à tração, módulo de elasticidade, dureza e resistência à fratura. A análise estatística utilizando teste t pareado não revelou nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. Os autores afirmam que o tratamento endodôntico não torna o dente mais frágil, baseados nas similaridades existentes em propriedades biomecânicas entre dentes vitais e não vitais. E provam que fatores como perda de estrutura dental por cárie, acesso endodôntico, instrumentação endodôntica, traumas e preparos cavitários contribuem muito mais para a fragilidade do dente.

Em 1992, Trope e Ray Junior avaliaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Para isso, utilizaram 48 caninos que tiveram seus condutos instrumentados seguindo diferentes técnicas. Os autores concluíram que os dentes que tiveram os condutos de suas raízes instrumentadas foram significativamente mais fracos que os dentes que não receberam instrumentação do canal radicular.

Numa revisão de literatura, Gutmann (1992) considerou que as propriedades dos dentes despulpados e os conseqüentes procedimentos restauradores seriam responsáveis ou não pelo sucesso do tratamento. Enfatizou o uso de um mapeamento completo da anatomia e da biologia da dentina e raiz que passará pela restauração, pois procedimentos endodônticos e restauradores alteram

esses tecidos duros. A dentina de dentes despolpados se modifica em sua estrutura interna, o que diminui a resistência ao estresse e flexibilidade e, devido à perda de umidade e estrutura do dente, técnicas de preenchimento da raiz requerem procedimentos restauradores especiais relacionados à anatomia radicular e osso suporte. A preservação da estrutura dentária apresenta-se como o fator de maior importância para a resistência à fratura do dente tratado endodonticamente. A utilização de pinos intra-radulares só é indicada no caso de retenção e estabilização do núcleo coronário e não para reforçar raízes fragilizadas.

No trabalho de Huang, Schilder e Nathanson, publicado em 1992, foram analisados espécimes de dentina, entre dentes vitais e dentes tratados endodonticamente, com o objetivo de determinar se há diferença significativa entre as propriedades mecânicas da dentina entre ambos. As propriedades mecânicas foram avaliadas depois de as amostras serem submetidas a diferentes situações como testes de compressão, tração e impacto. Os resultados desse estudo permitiram concluir que a desidratação após o tratamento endodôntico não enfraquece a dentina, porque não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à compressão e tração dos dentes despolpados contrapostos aos dentes vitais.

Bex et al. (1992) compararam a resistência à força de cisalhamento de dentes anteriores superiores tratados endodonticamente e reforçados com núcleo metálico fundido ou núcleos de resina composta (Adaptic) e adesivo dentinário (Oxalato férrico, NTG-GMA e PMDM, sistema desenvolvido por BOWEN). Os dentes foram montados em uma máquina de testes em ângulo de 90°. Através dos resultados, concluíram que apesar de os núcleos metálicos fundidos serem cerca de três vezes mais resistentes que os núcleos de resina composta, estes mostraram que necessitam de grande força para falharem, podendo ser bastante satisfatórios. Os autores também concluíram que os núcleos de resina composta geralmente têm falha coesiva, não ocorrendo fratura radicular, o que não acontece com os núcleos metálicos fundidos que, geralmente, ocasionam fratura radicular. Portanto, os núcleos de resina composta, segundo os autores, quando falham, são passíveis de sofrer uma nova restauração o que nem sempre ocorre com os núcleos metálicos fundidos.

Com o objetivo de determinar a forma ideal de restaurar um dente tratado endodonticamente, Robbins; Earnest e Schumann (1993) selecionaram 60 caninos que sofreram um corte perpendicular na junção cimento-esmalte e foram montados em um cilindro de PVC em resina acrílica com 2mm de dente externamente. Foram divididos em 6 grupos de 10 dentes cada: A) Pinos intra-radulares cilíndricos cimentados com ionômero de vidro 9mm dentro do canal e 4mm para fora e pino intradentinário com núcleo de amálgama; B) Pino intra-radular cônico, pino intradentinário e núcleo de amálgama como no grupo A; C) Apenas guta-percha no canal radicular. D) Guta-percha no canal e resina composta na câmara pulpar; E) Apenas pino cônico cimentado no canal da mesma forma que nos grupos A e B; F) Dentes sem nenhum tratamento (controle). Todos os dentes receberam uma coroa total fundida em ouro sendo posteriormente montados em um ângulo de 45°, após o que foram sujeitos a uma força de compressão em uma Máquina de Ensaio Universal. Os autores concluíram que não houve diferença estatística na resistência à fratura dos dentes restaurados com pinos cilíndricos ou cônicos. Não houve diferença estatística entre os grupos, mas os autores alertam que a remoção de estrutura dental sadia enfraquece o dente, mesmo que o reforçemos de alguma forma.

No ano de 1993, Assif et al. realizaram uma pesquisa para verificar o efeito da forma de um pino intra-radular na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Os autores verificaram que a forma do pino não influencia na resistência desses dentes e observaram, ainda, que não houve diferença estatisticamente significativa entre dentes restaurados com ou sem pinos intra-radulares.

Ho (1994) relatou os efeitos dos núcleos na distribuição do estresse sobre a dentina de dentes despolpados, utilizando um elemento de análise finita. Foi usado um modelo tridimensional de um incisivo central superior Chinês intacto, com e sem uma restauração com núcleo. Quando o dente era submetido a forças mastigatórias ou cargas traumáticas, a distribuição do estresse na dentina era semelhante, possuindo ou não uma restauração com núcleo. Essa forma de análise de estresse sugere que um núcleo, comparado com terapias mais conservadoras, pode não diminuir o estresse dentinário em incisivos tratados endodonticamente e,

possivelmente, em outros dentes. Então, os efeitos benéficos de reforço radicular com núcleo, nesses dentes, podem ser duvidosos.

Com o objetivo de tentar esclarecer se a utilização de um núcleo intra-radicular aumentaria a resistência de um remanescente dentinário, Assif e Gorfil (1994) publicaram um artigo sobre as propriedades biomecânicas desse tipo de terapêutica. Relataram que apesar de ser dito que um núcleo protege e reforça o dente contra as forças mastigatórias pela favorável distribuição da força no interior da dentina radicular e pela sua dissipação ao longo dos tecidos adjacentes, a resistência estrutural de um dente depende muito mais da quantidade, resistência e da integridade da dentina remanescente. O problema fundamental estaria ligado à remoção de estrutura dentinária envolvida nos vários tipos de procedimentos. Dentes despolpados suportariam melhor as forças oclusais do que os dentes reforçados através de vários tipos de núcleos. Não seria necessário reforçar o dente com núcleos após o tratamento endodôntico, mas é essencial não enfraquecê-lo desnecessariamente. A conservação de dentina e a confecção de restaurações embasadas nesse conceito são preferíveis. Citam, ainda, que os núcleos cilíndricos têm ângulos agudos em suas porções terminais onde as forças são concentradas. Esses núcleos exerceriam forças compressivas na porção apical da raiz junto aos ângulos agudos do núcleo e podem provocar fraturas dentinárias nesta região. A preparação do conduto levaria à remoção de dentina onde esta é menos espessa e a concentração de forças é maior, aumentando o risco de perfurações radiculares. Já núcleos cônicos exibiriam menor concentração de estresse na porção apical, provavelmente devido à ausência de ângulos agudos e à conservação de estrutura dentinária. Os núcleos construídos com o objetivo de aumentar a retenção intra-radicular poderiam comprometer o prognóstico do dente restaurado. Por essa razão, os núcleos deveriam ser utilizados somente quando não houvesse outra alternativa. Sugerem que as experiências feitas para os sistemas de pinos são questionáveis porque não refletem condições clínicas específicas, porque a porção coronária do pino fica recoberta com coroa total e que, como a coroa altera a distribuição de forças para as raízes, seria esta coroa que garantiria a proteção da raiz contra fratura. Sendo assim, o tipo de pino tem pouca influência na resistência à fratura.

Comparando a resistência à força torcional em sete diferentes sistemas

de pinos pré-fabricados metálicos, Cohen et al. (1996) estudaram o comportamento desses pinos em 150 raízes de incisivos centrais e laterais. Segundo os autores, a força torcional foi escolhida por ser o melhor método para comparar a estabilidade dos pinos pré-fabricados. Os pinos metálicos avaliados nessa experiência foram: Flexi-post; Flexi-flange; Para-post; Vlock-post; Access-post; Dentatus; World-post. Todos cimentados com cimento de fosfato de zinco e cimento resinoso Flexi-flow. As amostras foram divididas em onze grupos e submetidas a forças torcionais no sentido horário. Os pinos Flexi-post e Flexi-flange, cimentados com fosfato de zinco e cimento resinoso, demonstraram resistência significativamente maior contra as forças de torção.

Em 1995, Ishikiriama et al. verificaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com suficiente remanescente dentário, com ou sem pino intracanal, restaurados com Scotchbond 2 e resina composta P50. Selecionaram incisivos centrais superiores de dimensões semelhantes, os quais constituíram quatro grupos experimentais de 20 corpos de prova, com e sem pino intracanal, de aço inoxidável, de 1mm de diâmetro, o qual foi posicionado 7mm aquém do ápice, sendo cimentado com fosfato de zinco. As cargas oblíquas foram aplicadas com um ângulo aproximado de 130° em relação ao longo eixo dentário, em dois locais distintos: centro da porção linguoincisal e no centro da restauração de resina composta da face lingual. Encontraram diferenças numéricas entre as resistências à fratura dos dentes nas diferentes condições experimentais, mas apenas os diferentes locais de aplicação da força se mostraram estatisticamente significativos. Quando aplicaram carga linguoincisal, a média de fratura no grupo com pino foi de 19,17 kg e de 17,04kg sem pino; com carga no centro da restauração, a presença do pino ofereceu média de 59,39kg e, sem ele, 64,16kg. Seus achados permitiram a conclusão de que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à fratura quando os dentes eram tratados endodonticamente, com ou sem pino intracanal, e que essa significância ocorreu em função do local da aplicação da força e salientaram que o uso de pino intracanal não foi capaz de reforçar os dentes.

Holmes, Diaz-Arnold e Leary (1996) citaram, em trabalho de Modelo de Elemento Finito, os valores para módulo de elasticidade das diversas estruturas dentais e alguns em gpa: dentina = 18,6; cimento = 18,6; ligamento periodontal =

0,0689; osso cortical = 13,7; osso trabecular = 1,37; gengiva = 0,003; ouro fundido = 96,6; porcelana = 69; cimento de fosfato de zinco = 22,4. Os autores simularam a inserção de um núcleo metálico fundido em um dente cujo remanescente dentinário permitia a confecção de uma férula de 2mm na parte coronal. O estudo demonstrou que o pico compressivo e estresse por tração ocorreram no terço coronário da dentina. O pico de estresse de cisalhamento ocorreu adjacente ao pino intra-radicular no terço médio da raiz. A magnitude do estresse de cisalhamento foi influenciada pelo tamanho do pino intra-radicular. Com o aumento do pino intra-radicular, ocorria diminuição do estresse de cisalhamento no terço médio da raiz.

Em 1996, Christensen procurou analisar a necessidade da colocação de pinos intra-radulares em dentes tratados endodonticamente e se, realmente, aqueles quando cimentados no canal eram capazes de fortalecer esses dentes. Afirma 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 protética com pinos e núcleos só deve ser utilizada em casos extremos, como em dentes que perderam mais da metade da coroa dental. Nessa situação, pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento tornam-se os mais indicados.

Morgano (1996) analisando métodos de restauração em dentes despolidos, afirmou que pinos intra-radulares não devem ser utilizados para reforçar a estrutura remanescente e que sua indicação deve estar restrita a casos em que há estrutura inadequada para reter uma restauração coronária.

Cohen et al. (1997) compararam a resistência à fratura de 3 materiais utilizados para reconstrução coronária (resina composta Ti- Core), amálgama de prata (Tytin) e cimento de ionômero de vidro híbrido (Advance)), sobre pino pré-fabricado rosqueado com fenda (Flexi-Flange) e com pinos dentinários sem núcleo intra-radicular. Foram usados 60 dentes unirradulares recém-extraídos, divididos em 6 grupos com 10 amostras , que receberam forças de compressão num ângulo



de 45° com velocidade de 0,63mm/minuto. Obteve-se uma diferença estatisticamente significativa entre os materiais restauradores, mas não relacionada aos pinos. A resina composta teve um limiar médio de resistência à fratura maior do que o amálgama e o ionômero de vidro, sendo que estes não tiveram diferenças estatisticamente significantes entre si. Também não foram verificadas diferenças estatísticas entre a resina suportada por pino ou não. Embora os pinos não estivessem cobertos com coroas totais nesse estudo, os autores consideram que os resultados obtidos foram relevantes porque as resistências das restaurações foram testadas no pior tipo de situação .

Baratieri (2000) realizou um estudo avaliando se o preparo conservativo para coroas venner localizado somente em esmalte melhoraria a resistência à fratura de incisivos centrais superiores, e se a presença de pinos intra-radulares aumentaria a resistência à fratura desses dentes tratados endodonticamente. Foram utilizados 50 incisivos centrais superiores divididos em 9 grupos, um controle e 8 experimentais, variando-se a presença ou não de pino intra-radicular, a localização em esmalte ou dentina do preparo dentário e a presença ou não de coroas venners. Todos os espécimes foram levados à Máquina de Ensaio Universal para os testes de compressão. Os resultados mostraram que a localização do preparo não interferiu significativamente na resistência do dente, apesar de os preparos em esmalte apresentarem valores médios de força maiores que os em dentina. Em relação aos pinos intra-radulares, o autor concluiu que a presença dele não aumentou a resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente.

Ho, Chu e Stokes (2001) procuraram verificar o efeito combinado e individual do tratamento endodôntico e restauração com coroas venners de incisivos centrais superiores. Para isso foram selecionados 40 espécimes divididos em 4 grupos de 10 cada: o grupo I composto por dentes intactos, o grupo II por dentes tratados endodonticamente, o grupo III restaurados por coroas venner e o grupo IV tratados endodonticamente e restaurados com coroas venners. Todos os espécimes foram levados à Máquina de Ensaio Universal para os testes de compressão, realizados a uma angulação de 30°. As médias encontradas foram 415 N, 370 N, 420 N e 448 N para os grupos I, II, III, IV respectivamente. Analisando os resultados, os autores chegaram à conclusão de que os dentes tratados endodonticamente são

capazes de suportar a mesma magnitude de forças oblíquas que um dente intacto, e que o tratamento endodôntico, a restauração com coroas venners e a combinação entre eles não foram capazes de afetar o modo de falhas dos incisivos centrais superiores.

Em 2001, Eckerbom e Magnusson entrevistaram 892 cirurgiões-dentistas clínicos gerais e 150 protesistas suecos, investigando quais eram suas opiniões atuais sobre como restaurar um dente tratado endodonticamente. Para isso, um questionário contendo 31 questões foi distribuído entre eles. Vinte e nove por cento dos dentistas entrevistados e 17% dos protesistas são de opinião de que pinos intra-radulares reforçam dentes tratados endodonticamente. A grande maioria dos profissionais suecos utiliza núcleos metálicos fundidos apesar do grande sucesso dos pinos pré-fabricados.

Pilo (2002) avaliou a espessura dentinária residual de pré-molares inferiores depois do preparo do canal para a colocação de pinos intra-radulares com brocas Gates glidden e Para-post. O autor comenta que dentes tratados endodonticamente comumente requerem uso de pinos de estabilização coronaradicular e que a principal razão para esse pino é reter o núcleo que substitui a porção coronal ausente e fornecer retenção para uma restauração definitiva. Relata, ainda, que as pesquisas têm confirmado que pinos não reforçam dentes, mas possuem o potencial de enfraquecê-los. O autor enfatiza que a técnica mais segura para a remoção de guta-percha tem sido o uso de um instrumento aquecido, porém a mais comum e mais rápida é a dos instrumentos rotatórios. Este procedimento é tradicionalmente realizado através de brocas de Gates glidden, Brocas de Peeso, Instrumentos gPX, ou com brocas fornecidas em vários kits de pinos. As brocas gates glidden não possuem ponta ativa e são consideradas mais seguras e previsíveis para preparo do conduto. O autor utilizou 12 pré-molares inferiores unirradulares, os quais foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável até a junção cimento/esmalte (CEJ). Três secções horizontais foram feitas, 1, 3 e 5mm em direção ao ápice, após o preparo do conduto com limas número 40 e posteriormente com brocas Gates gliden. Os eixos mésio-distal e vestibulo-lingual do dente foram cuidadosamente marcados e a dentina residual foi medida para cada fatia. Concluiu-se que a espessura dentinária média de 5mm abaixo da CEJ nas

direções mesial e distal após o preparo do espaço do pino aproximou ao mínimo aceito de 1mm, afirmando que um preparo conservador deve ser feito, pois esse seria o principal fator que determina o prognóstico de dentes tratados endodonticamente e restaurados proteticamente.

Santos, El-Mowafy e Rubo (2004) avaliaram a resistência à tensão diametral de um núcleo em resina composta quando associado a pinos pré-fabricados não metálicos. Espécimes cilíndricos foram preparados a partir da resina composta e um dos seguintes pinos: resinosos reforçados com fibra de vidro (Vectris, Fibrekor e Dentorama) e fibra de quartzo (Aestheti-Plus e Light-Post). Espécimes sem pinos (só resina) e com pinos metálicos também foram avaliados. Corpos-de-prova representativos de cada grupo foram analisados por MEV para determinação da natureza da falha após o teste na Máquina de Ensaio Universal. Verificaram que o uso de pinos não reforçou o núcleo de resina composta quando a força de tensão diametral foi aplicada. Os pinos que apresentaram os mais altos valores de resistência à tensão diametral foram o Light-Post, Dentorama e Fibrekor, enquanto que o pino de aço resultou no menor valor. Em relação aos padrões de falha, ocorreram falhas adesivas para os pinos metálicos e falhas coesivas para a maioria dos pinos não metálicos.

Valle et al. (2007) avaliaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos pré-fabricados com diferentes comprimentos de pinos. Trinta caninos foram aleatoriamente divididos em 3 grupos de 10 dentes cada. O grupo 1/3 PP foi restaurado com pinos pré-fabricados de 5,0mm de comprimento, enquanto os grupos 1/2 PP e 2/3 PP foram restaurados com pinos pré-fabricados de 7,5 e 10mm de comprimento, respectivamente. Todos os dentes foram restaurados com coroas metálicas. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $P > .05$ ) (Grupos 1/3 PP = 405.4 N, 1/2 PP = 395.6 N, 2/3 PP = 393.8 N). As falhas ocorrem principalmente devido à fratura do núcleo. Os resultados desse trabalho mostraram que um aumento no comprimento do pino em dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos pré-fabricados não aumenta significativamente a resistência à fratura do dente restaurado.



### ***3 PROPOSIÇÃO***

---



**3 PROPOSIÇÃO**

3.1. Avaliar a influência de diferentes pinos intra-radiculares na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente;

3.2. Avaliar a influência do remanescente dentário coronal na resistência de dentes tratados endodonticamente restaurados com diferentes pinos intra-radiculares;

3.3. Verificar o padrão de fratura dos dentes tratados endodonticamente, com diferentes quantidades de remanescente dentário coronal, restaurados com núcleos metálicos fundidos, pinos pré-fabricados/resina composta e resina composta.





## ***4 MATERIAL E MÉTODOS***

---



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 SELEÇÃO DOS DENTES, LIMPEZA E ARMAZENAMENTO

Para a realização deste trabalho foram selecionados 60 caninos humanos provenientes do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP. Os dentes escolhidos, recentemente extraídos, apresentavam dimensões aproximadamente semelhantes (raízes com 15mm e 16mm de comprimento medidas, do ápice até a junção cimento-esmalte (JCE), com uma régua milimetrada), não apresentavam cáries, restaurações extensas, tratamento endodôntico prévio ou rachaduras.

Inicialmente todos os espécimes foram limpos com curetas. Os dentes foram mantidos em solução fisiológica em temperatura ambiente (37°), de acordo com as normas exigidas pelo Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP, durante todo o período do estudo.

### 4.2 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O tratamento endodôntico iniciou-se com as aberturas das câmaras pulpares realizadas através de uma ponta diamantada esférica número 1012 (KG Sorensen) em alta rotação, e a forma de contorno feita com uma ponta diamantada tronco-cônica de ponta inativa número 2082 (KG Sorensen). A broca de Batt (Dyna-gS Brasil Com. Imp. Ltda) em baixa rotação permitiu o término da forma de conveniência.

Após a abertura coronária, realizou-se a odontometria com limas tipo K-file (Maillefer) de 20 mm, a 1mm do ápice. O canal radicular de cada dente foi instrumentado de acordo com a técnica escalonada regressiva, com uma lima 35

pela International Standardization Organization (ISO) na constrição apical e irrigado com solução de hipoclorito (2,5%), durante toda a instrumentação, e submetido a secagem com pontas de papel absorvente (Tanari, Tanariman Industrial LTDA, Macaçaruru-AM).

Os condutos foram obturados através da técnica da condensação lateral utilizando-se um cone de gutta-percha principal (Tamari, Tamariman Industrial LTDA, Macaçaruru-AM) número 35 ISSO (FERNANDES; DESSAY, 2001) três cones secundários (Tanari, Tanariman Industrial LTDA, Macaçaruru-AM) e cimento Endometasone Ivory (Specialites Septodont - França).

#### 4.3 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS

Após a obturação de toda a amostra, os 50 dentes foram aleatoriamente divididos (por sorteio) em 5 grupos de 10 dentes cada um e submetidos a diferentes tipos de procedimentos conforme o grupo a que pertenciam.

GRUPO NMF0 - Dentes tratados endodonticamente restaurados com núcleo metálico fundido sem remanescente dentário coronal.

GRUPO NMF3 - Dentes tratados endodonticamente restaurados com núcleo metálico fundido com 3mm de remanescente dentário coronal.

GRUPO PF0 - Dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos pré-fabricados de aço-inox sem remanescente dentário coronal

GRUPO PF3 - Dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos pré-fabricados de aço-inox com 3mm de remanescente dentário coronal.

GRUPO RC0 - Dentes tratados endodonticamente restaurados com resina composta sem remanescente dentário coronal

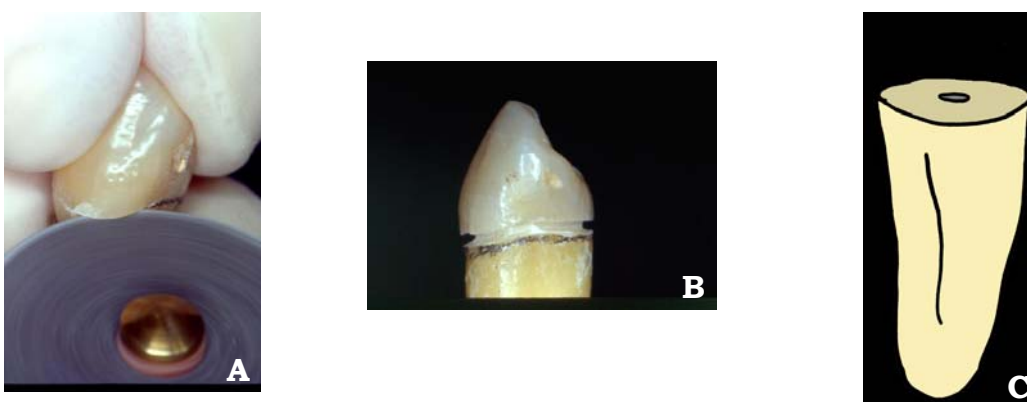
GRUPO RC3 - Dentes tratados endodonticamente restaurados com resina composta com 3mm de remanescente dentário coronal.

#### 4.4 PREPARO DOS DENTES

Para que fosse possível a padronização dos preparos, todos os dentes foram preparados seguindo a junção amelocementária de acordo com a técnica descrita por Pegoraro et al., (1998), proporcionando um término cervical em ombro.

##### 4.4.1 Grupos NMF0, PF0, RC0: sem remanescente dentário coronal

Todos os dentes pertencentes a estes grupos (NMF0, PF0 e RC0) tiveram sua porção coronária removida na JCE, perpendicular ao longo eixo do dente, utilizando-se um disco carburundum (Figura 1).

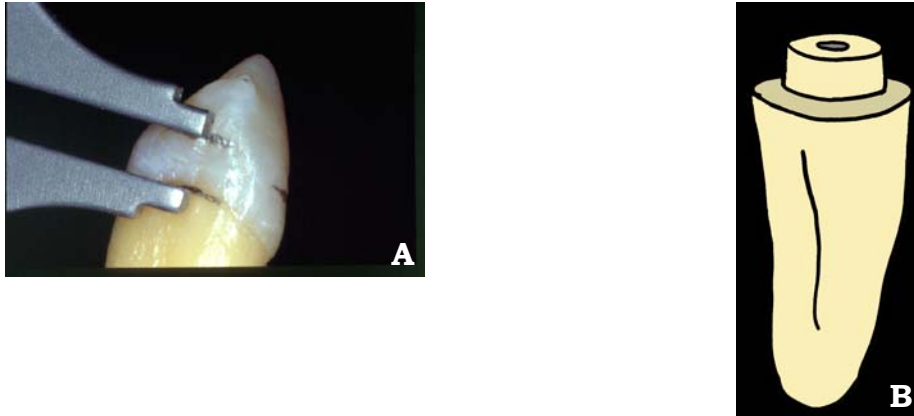


**Figura 1** - Preparos dos dentes sem remanescente coronário. (A) Corte da coroa com disco de carburundum; (B) Delimitação da linha cimento-esmalte; (C) Ilustração do dente sem remanescente corona

##### 4.4.2 Grupos NMF3, PF3, RC3: com remanescente dentário coronal

O remanescente dentário coronal de 3mm foi demarcado, circunferencialmente, através de um Paquímetro digital (Mitutoyo SC-6, Mitutoyo

Corporation, Japan). A partir deste ponto, os dentes foram preparados, respeitando a altura delimitada (Figura 2), com uma broca diamantada número 3215 (kg Sorensen) em alta rotação, sob refrigeração.



**Figura 2** - Dente com remanescente coronal com 3mm. (A) Delimitação do remanescente de 3mm; (B) Ilustração do dente com 3 mm de remanescente

#### 4.5 PREPARO DOS CONDUTOS

A remoção da guta-percha foi realizada com pontas Rhein (Duflex) e, em seguida, o preparo do conduto foi padronizado utilizando-se uma broca largo número 5 (Dentsply Maillefer, Ballaigus, Switzerland) com cursores graduados em 9mm.

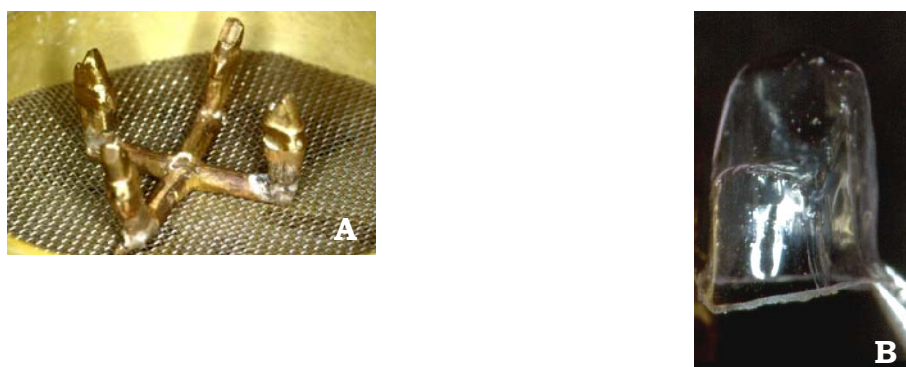
#### 4.6 OBTENÇÃO DOS NÚCLEOS METÁLICOS FUNDIDOS

##### 4.6.1 Obtenção das matrizes de Acetato

Para que fosse possível a padronização das dimensões dos núcleos metálicos fundidos e dos núcleos de preenchimento, foi confeccionado um padrão

metálico de Cu-Al (Goldent – AJE Comércio Importação e Exportação Ltda) obtido através da fundição de um modelo de resina acrílica autopolimerizável, o qual copiava exatamente a porção coronária e radicular de dentes de amostras/piloto moldados com silicona de adição (Express 3M).

Após a obtenção do padrão metálico, os mesmos foram levados a uma máquina plastificadora a vácuo (Bioart), onde foram reproduzidas 60 matrizes de acetato, que serviram para auxiliar na confecção dos núcleos metálicos fundidos e na reconstrução da porção coronária em resina composta (Figura 3).



**Figura 3** - Confecção das matrizes de polietileno. (A) Padrão para a confecção das matrizes de acetato; (B) Matriz de acetato

#### 4.6.2 Obtenção da porção radicular e coronária do núcleo metálico fundido

Os núcleos metálicos fundidos foram obtidos a partir de moldagens dos condutos com resina acrílica ativada quimicamente Duralay (Reliance Dental Mfg. Co. Chicago, USA), de acordo com Pegoraro et al. (1998). Após a moldagem do conduto preencheu-se, com a mesma resina, a matriz de acetato colocando-a sobre o dente, visando, dessa forma, à confecção da parte coronária do núcleo similar àquela confeccionada para os núcleos de preenchimento.

Após esta etapa, os padrões de resina foram encaminhados para fundição. Para que isso fosse possível, confeccionaram-se condutos de alimentação

com fio de cera número 3, sobre a porção coronária.

Os padrões foram cuidadosamente removidos e fixados à base formadora de cadinho pelo vértice dos condutos de alimentação, sobre o qual era adaptado um anel metálico para fundição revestido de amianto e umedecido em água.

A inclusão dos padrões foi feita com revestimento “Cristobalite” para Incrustações (Kr Mfg. Co., Michigan, USA), numa relação água/pó de 0,40 utilizando-se um espatulador e inclusor mecânico (Polidental Indústria Brasileira, SP – Brasil). A expansão do revestimento foi feita pela técnica convencional da expansão térmica, empregando-se uma liga de cobre/alumínio para fundição (NPG<sup>tm</sup>, AalbaDent, Cordelio-CA, USA) (Figura 4).



**Figura 4** - Núcleo metálico fundido e liga de cobre/alumínio

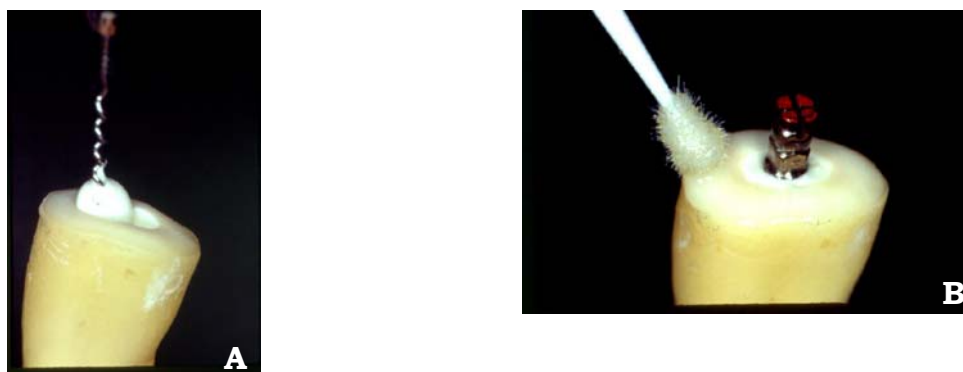
Depois de fundidos, os núcleos foram lavados, escovados em água corrente e liberados do conduto de alimentação com um disco de carborundum. Foram utilizados todos os núcleos considerados como clinicamente aceitáveis, ou seja, os quais apresentaram um assentamento completo no canal preparado e adaptação à base cervical. Para tanto, foram testados com lupa de quatro aumentos (Lactona – Produtos Dewsin) e sonda exploradora nº 5 (Duflex – S.S.White Artigos Dentários S/A, São Paulo – Brasil).



#### 4.7 CIMENTAÇÃO DOS PINOS PRÉ-FABRICADOS E NÚCLEOS METÁLICOS FUNDIDOS

Selecionou-se o pino de aço inox de lados paralelos e extremidade cônica (número 5317) de 13mm de comprimento do sistema de pinos intra-radulares Euro-Post (Anthogyr S.A., Sallanches- França). Todos os pinos apresentaram-se com 4mm de seu comprimento acima da junção cimento/esmalte.

Antecedendo a cimentação dos pinos, foi devidamente realizada a limpeza e secagem dos condutos. Todos os pinos pré-fabricados e núcleos metálicos fundidos foram cimentados com cimento de ionômero de vidro (Rely X, 3M Dental Products División St.Paul-Minisota, USA), de acordo com as recomendações do fabricante. O cimento foi levado ao interior do conduto por uma broca Lêntulo em baixa rotação. O cimento foi aplicado no pino através de um pincel n.2 (STANDLEE et al., 1972) (Figura 5), o qual foi passivamente inserido no canal e mantido sob uma pressão de 5kg durante 10 min. Passado o tempo de presa do cimento, os dentes restaurados com núcleo metálico fundido foram encaminhados novamente para o soro fisiológico, enquanto os restaurados com pinos pré-fabricados foram encaminhados para a confecção dos núcleos de preenchimento.



**Figura 5** - Cimentação dos pinos intra-radulares. (A) Colocação do cimento no canal radicular; (B) Utilização do pincel para colocação do cimento no pino-pré-fabricado

#### 4.8 PREENCHIMENTO DO CONDUTO COM RESINA COMPOSTA

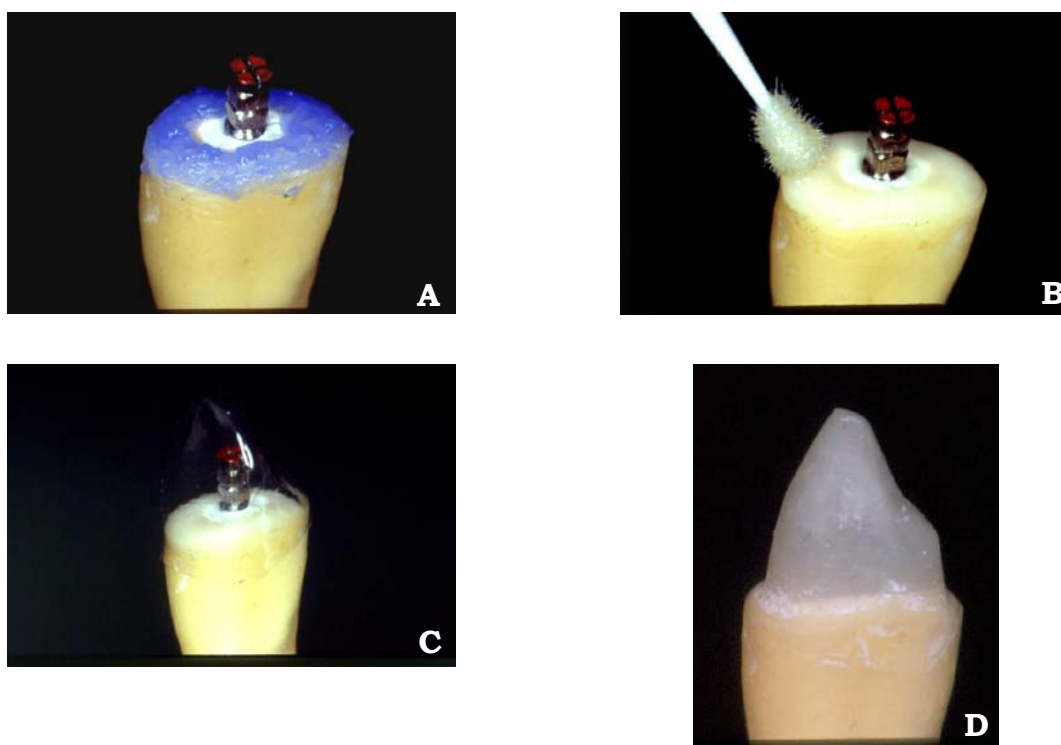
Os grupos RC0 e RC3 tiveram seus condutos preenchidos com resina composta fotopolimerizável (Z-250 – 3M Dental Products Division St. Paul, Minn). Após a limpeza e secagem do conduto, foi feito o ataque ácido com ácido fosfórico a 37%, da parede radicular, durante 15 segundos. Em seguida, o conduto foi lavado abundantemente e seco com papéis absorventes (Tanari, Tanariman Industrial LTDA, Macaçaruru-AM, Brazil). Terminada essa etapa, foi aplicado no canal o sistema adesivo (Primer-Bond 2.1, Dentsply Ind. Com, Petrópolis, Brazil) como recomendado pelo fabricante. Um pino translúcido (Luminex System; Dentatus Ltd, New York, NY, USA) foi inserido no canal para auxiliar na polimerização do sistema adesivo. Após a polimerização do adesivo, foram inseridas camadas de resina composta de aproximadamente 1,0 mm de altura no interior do conduto (medidas com uma régua milimetrada do ápice até a JCE). Cada camada foi fotoativada durante 40 segundos com auxílio do mesmo pino translúcido. O mesmo procedimento foi repetido até o preenchimento total da raiz.

#### 4.9 CONFECÇÃO DOS NÚCLEOS DE PREENCHIMENTO

A estrutura dental coronária dos espécimes dos grupos PF0, PF3, RC0 e RC3 foi condicionada com ácido fosfórico a 37%, por 15 segundos, lavada com jatos de água por 20 segundos e seca com papel absorvente. Sobre a dentina úmida foi aplicada uma camada do sistema adesivo Primer-Bond 2.1, espalhada por jatos de ar durante cinco segundos seguindo-se de fotoativação por 20 segundos (BARARAV, 1997) através do aparelho de fotopolimerização (Ultraled, Dabi Atlante, Ribeirão Preto-SP, Brazil).

Para os grupos PF0 e PF3, a resina composta foi inicialmente adaptada em torno do pino pré-fabricado em incrementos de aproximadamente 2mm de espessura (RUEGGEBERG; CAUGHMAN; CURTIS, 1994) e fotoativados durante 20

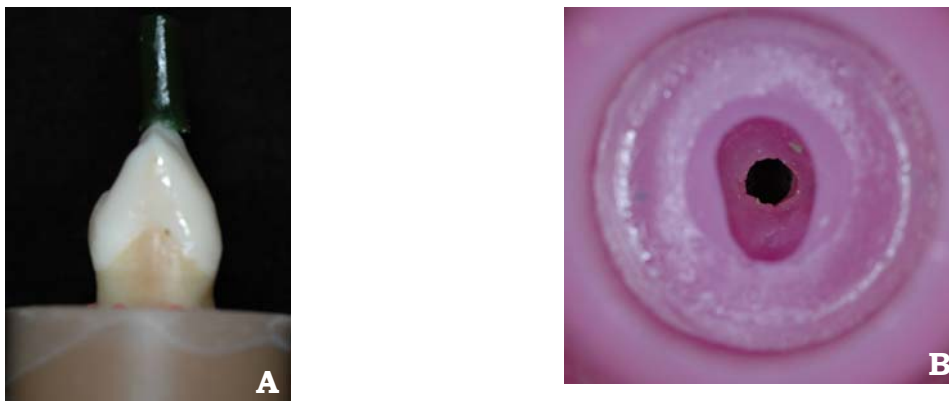
segundos cada um. As matrizes de acetato foram, então, preenchidas com a resina composta e posicionadas sobre a porção coronária do pino. Para os grupos RC0 e RC3, adaptou-se resina composta em incrementos de 2mm sobre a estrutura coronária e, da mesma forma que os grupos com pino pré-fabricados, as matrizes foram preenchidas e posicionadas sobre a porção coronária preenchida com resina composta. Os excessos foram removidos e uma fotoativação suplementar foi realizada durante 40 segundos em cada face. Após a polimerização, as matrizes de acetato foram seccionadas restando, dessa forma, os núcleos de preenchimento. As amostras foram armazenadas em soro fisiológico a 0,9% até a realização dos testes de resistência à fratura (Figura 6).



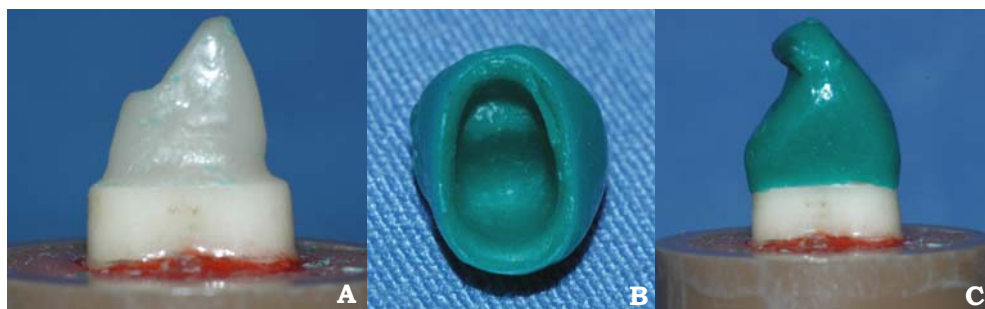
**Figura 6** - Confecção dos núcleos de preenchimento. (A) Ataque ácido; (B) Aplicação do adesivo; (C) Adaptação da matriz de acetato; (D) Núcleo de preenchimento pronto

#### 4.10 CONFECÇÃO DAS COROAS TOTAIS METÁLICAS

Para alcançarmos a padronização das coroas totais metálicas, foi realizada uma cópia de um canino superior natural íntegro (Figura 7). Sobre a ponta de cúspide foi fixado um conduto de alimentação em cera, de 3mm de diâmetro, para que pudesse haver uma comunicação do meio externo com a porção interna do molde (Figura 7A). Para realizar a moldagem desse conjunto (corpo-de-prova/coróa íntegra/fio de cera), foi utilizada a silicona de adição especial para duplicação. O molde obtido (Figura 7B) pôde, então, ser acoplado aos demais corpos-de-prova com as porções coronárias preparadas para a aplicação da cera. A aplicação da cera aquecida fluida foi realizada através de uma seringa hipodérmica, de vidro, no conduto do molde. Após o endurecimento da cera, o molde foi removido e cada padrão de cera tinha seus excessos removidos na área cervical a partir do término copiado (Figura 8). Sobre a superfície palatina, no terço incisal, foram fixados fios de cera de 0,5mm de diâmetro para que a ponta ativa da máquina de ensaio universal fosse direcionada para o centro do dente sempre na mesma altura (Figura 8C).

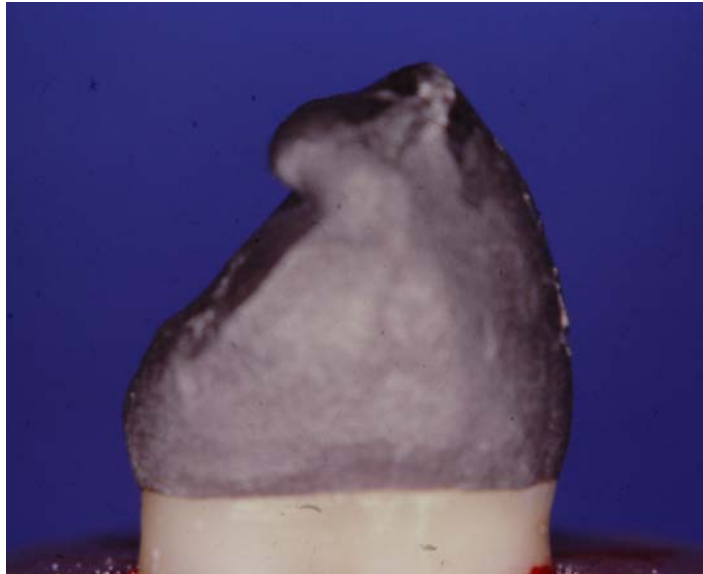


**Figura 7** - Matriz para confecção das coroas metálicas. (A) Dente natural íntegro posicionado sobre o corpo-de-prova; (B) Moldagem do conjunto (corpo-de-prova/coróa íntegra/fio de cera)



**Figura 8** - Enceramento padronizado das coroas metálicas. (A) Núcleo de preenchimento vaselinado; (B) Excesso de cera removido a partir do término; (C) Adaptação marginal e fio de cera sobre a superfície palatina

As coroas enceradas foram encaminhadas de 10 em 10 para fundição. A inclusão dos padrões foi feita em anel de silicone com revestimento “Huat Shock” para Incrustações (Poli Dental, LTDA., Brasil), segundo as recomendações dos fabricantes. A liga de níquel/cromo (Verabond II, AALBA Dent Inc., Califórnia, EUA) foi utilizada para fundição e obtenção das coroas metálicas. Após a desinclusão, as coroas foram limpas com jatos de esfera de vidro, removidos os condutos de alimentação e adaptadas aos seus respectivos preparos dentários. Para detectar áreas ou pontos de atrito que impediriam o assentamento das coroas nos respectivos preparos, empregou-se líquido evidenciador de contato (Accufilm IV, Farmingdale, New Jersey, EUA), aplicado com auxílio de um pincel pelo de marta nº 00 (Tigre do Brasil, Osasco, SP) nas paredes internas das fundições. Essas áreas, se encontradas, foram removidas com broca de aço esférica nº 02, em alta rotação sob refrigeração constante. Esse procedimento foi repetido até que uma película uniforme de evidenciador fosse observada. A verificação da adaptação foi realizada com auxílio de uma sonda exploradora nº05 (Duflex – S.S. White, RJ) e com lupa frontal de quatro aumentos (Figura 9).



**Figura 9** - Coroa total metálica fundida em NiCr adaptada ao espécime

#### 4.11 CIMENTAÇÃO DAS COROAS METÁLICAS

Após a adaptação das coroas, sua parte interna foi jateada com óxido de alumínio e lavadas com água e secas com jatos de ar. Todas as coroas foram cimentadas com cimento de ionômero de vidro (Rely X, 3M Dental Products Division St.Paul-Minisota, USA) de acordo com as recomendações do fabricante. O cimento foi levado ao interior da coroa somente na região do término cervical, por meio de um pincel n.2. Cada coroa foi passivamente inserida em seu respectivo preparo e mantida em posição com uma carga estática de 5,0 kg durante 5 minutos (Figura 10). Passado o tempo de presa, todos os excessos foram removidos.



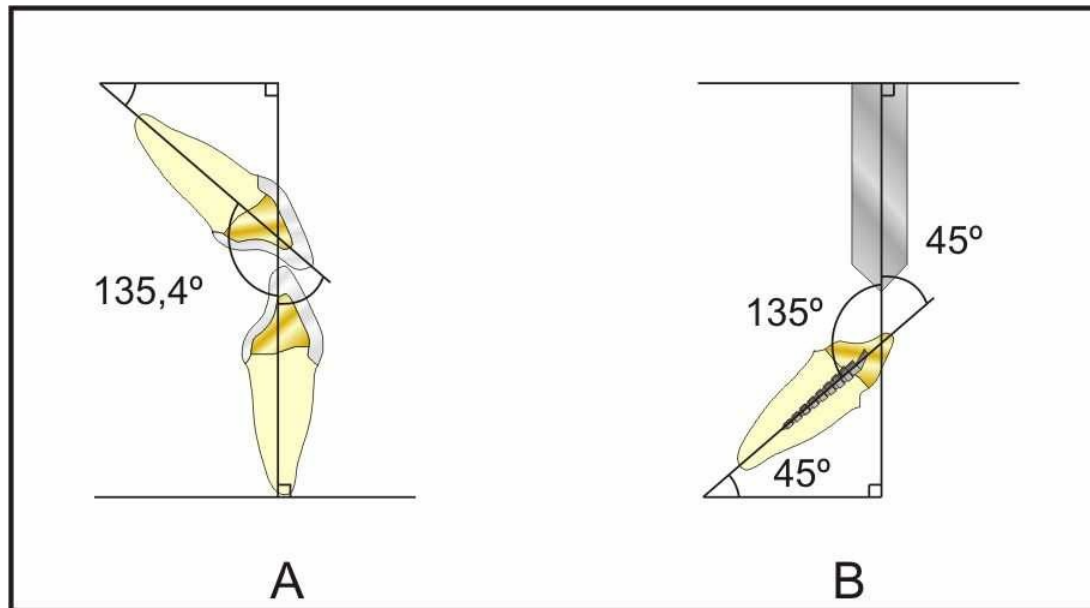
**Figura 10** - Cimentação da coroa com aparato para padronização da carga e direção da força

#### 4.12 INCLUSÃO DOS DENTES

Após a finalização das etapas anteriores, os dentes foram posicionados e fixados dentro de cilindros de resina autopolimerizável (Clássico – Artigos Odontológicos S/A – Brasil), de 30mm de altura, diâmetro de 22mm, no limite de 1,5mm apical à junção cimento-esmalte e posteriormente levados à Máquina de Ensaio Universal para testes.

#### 4.13 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA (FORÇAS APLICADAS EM 45°)

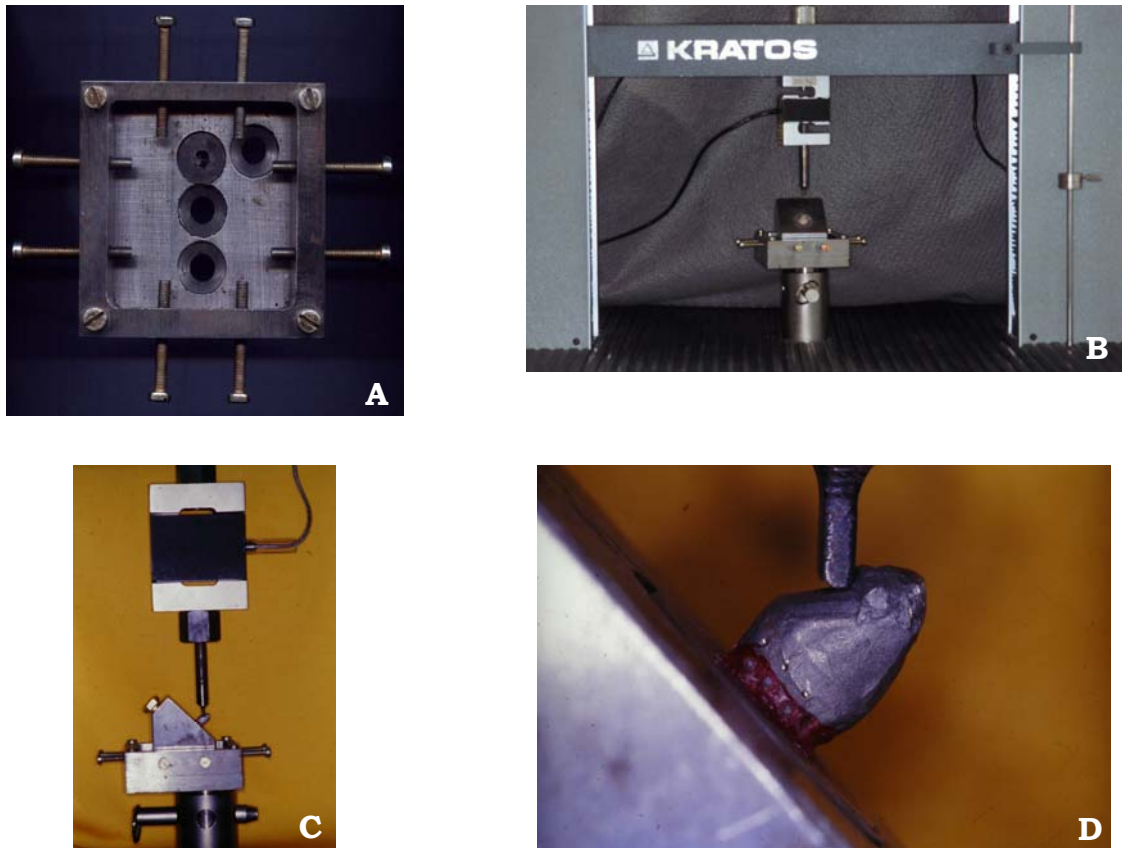
Para a realização dos testes de resistência à fratura, foi utilizada uma Máquina de Ensaio Universal (Dinamômetros KRATOS Ltda, São Paulo – Brasil) utilizando-se uma célula de carga número 2 (100Kg) e velocidade de 0,5mm/min (KAHN et al., 1994; MONDELLI et al., 1980). Os corpos-de-prova receberam uma força de compressão incidindo em ângulo de 135° com o longo eixo da raiz (ângulo de 45° em relação ao plano horizontal), simulando um contato oclusal do dente antagonista em classe I de Angle (Figura 11).



**Figura 11** - Esquema da aplicação de força a 45°. (A) Ângulo de 135,4° formado pelo contato oclusal entre os incisivos centrais superiores e inferiores em classe I de Angle; (B) 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

Para a aplicação de forças em 45°, nos testes de resistência, foi desenvolvido um dispositivo especial que se adaptava à porção inferior da máquina de ensaios. A posição do corpo-de-prova neste dispositivo permitia ao núcleo ficar posicionado em uma inclinação de 45° (Figura 12).





**Figura 12** - Visualização do aparato utilizado para a fixação e posicionamento dos corpos-de-prova submetidos ao teste de resistência à fratura em uma Máquina de Ensaio Universal. (A) Porção inferior que se une à Máquina de Ensaio Universal; (B) Aparato pronto para receber a força de compressão na Máquina de Ensaio Universal (Frontal); (C) Aparato pronto para receber a força de compressão na Máquina de Ensaio Universal (Lateral); (D) Força aplicada a um ângulo de 45°

Os valores em kgF das forças necessárias para provocar a falha do conjunto dente/núcleo de cada grupo foram anotados e organizados em tabelas para futuro tratamento estatístico.



## ***5 RESULTADOS***

---



## 5 RESULTADOS

Na Tabela 1 podemos observar os valores individuais, médias e desvios padrões da resistência à fratura dos grupos testados neste estudo.

**Tabela 1** - Valores individuais, médias e respectivos desvios padrões para cada condição experimental (valores em kgf.)

ESPÉCIME	NMF0	NMF3	PF0	PF3	RC0	RC3
	SEM	3MMDE	SEM	3MMDE	SEM	3MMDE
	REMANESCENTE	REMANESCENTE	REMANESCENTE	REMANESCENTE	REMANESCENTE	REMANESCENTE
1	79,1	96	58,6	83,1	37,35	87
2	98,4	111,5	55,3	40	29	114,7
3	83,5	142,25	64,7	88,5	21,87	104,5
4	58,8	118,4	84,9	75,8	18,5	111,5
5	103,8	118,5	56,5	81	45,25	98,75
6	67	93,62	38,4	106,4	35,9	137,62
7	96,2	99,75	61,9	90,4	28,4	134,25
8	79,8	147,87	64,4	145,2	33,45	110,3
9	71,5	123,3	52,4	98,4	31,2	143,35
10	96,8	152	35,4	116,5	23	116,5
<b>Média</b>	83,49	120,32	53,71	92,53	30,39	115,85
<b>Desvio Padrão</b>	15,02	21,25	13,97	27,60	8,06	17,87

Para a análise dos resultados foi utilizado o teste de Análise de Variância (ANOVA) a dois critérios ( $p < 0,05$ ) que constatou diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Tabela 2). Realizou-se, desta forma, a comparação das médias através do teste de Tukey para comparações múltiplas ( $p < 0,05$ ) que não detectou diferenças significativas entre os grupos com 3mm de remanescente coronal, mas mostrou diferenças significativas entre os grupos sem remanescente dentário coronal (Tabela 3). A Figura 13 mostra a representação gráfica das médias de resistência à fratura dos seis grupos experimentais.

**Tabela 2** - Teste estatístico de análise de variância a um critério aplicado aos valores de resistência à fratura

EFEITO	gl	QM	gl	QM	F	p
	EFEITO	EFEITO	ERRO	ERRO		
MATERIAL	2	1,450725	54	0,057291	25,3221	0,00000*
REMANESCENTE	1	7,981802	54	0,057291	139,3207	0,00000*
INTERAÇÃO	2	1,501622	54	0,057291	26,21051	0,00000*

- estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ )

Tabela 3 - Comparações individuais das médias – Teste de Tukey

GROUPS	MEAN (N)	SD
NMF3	120,32 <sup>a</sup>	21,25
RC3	115,85 <sup>a</sup>	17,87
PF3	92,53 <sup>ab</sup>	27,60
NMF0	83,49 <sup>b</sup>	15,02
PF0	57,25 <sup>c</sup>	13,97
RC0	30,39 <sup>d</sup>	8,06

Obs: Grupos que apresentam a mesma letra não possuem diferença estatisticamente significativa entre si ( $p < 0,05$ )

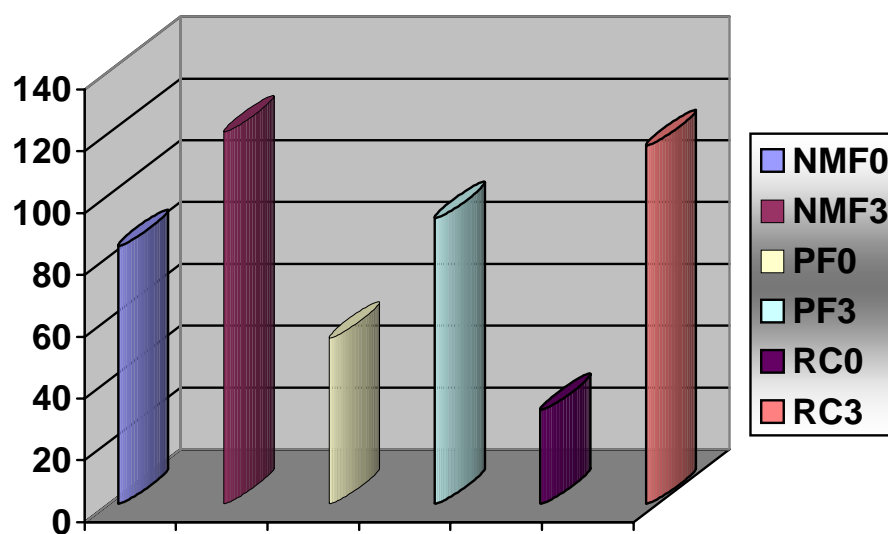


Figura 13 - Representação gráfica das médias de resistência à fratura dos seis grupos experimentais





## ***6 DISCUSSÃO***

---



## 6 DISCUSSÃO

Existem poucos assuntos na odontologia que têm sido exaustivamente estudados como a restauração de dentes tratados endodonticamente. Após o sucesso da terapia endodôntica, rotineiramente utilizada no tratamento reabilitador, é necessário uma solução restauradora satisfatória para alcançarmos o sucesso do tratamento. Existe uma enorme variedade de materiais e técnicas utilizadas na restauração de dentes tratados endodonticamente analisados por uma vasta quantidade de pesquisas. Apesar de todo o conhecimento e entendimento das complicações associadas com esses dentes, esse tópico permanece complexo e controverso.

A reabilitação oral utilizando pinos e núcleos intra-radiculares é uma parte integral do tratamento dentário contemporâneo, e assim como outros aspectos da odontologia restauradora, tem-se beneficiado com os novos materiais e técnicas que surgiram nas últimas décadas. Durante, aproximadamente, um século, a técnica padrão para a restauração de um dente tratado endodonticamente era a confecção do núcleo metálico fundido. Nos últimos anos surgiram, no mercado odontológico, os pinos pré-fabricados cimentados dentro do canal radicular com a sua porção coronária sendo restaurada através de um material de preenchimento, tal como a resina composta (CHRISTENSEN, 1996; KING; SETCHELL, 1990). Segundo Morgano (1999), os pinos pré-fabricados têm sido preferidos, pela grande maioria dos profissionais americanos devido à facilidade de uso, ganho de tempo na sua confecção e, em algumas situações, por serem menos invasivos que os núcleos metálicos fundidos.

Os pinos pré-fabricados estão disponíveis no mercado sob diferentes formas, dimensões e materiais, cada um com suas vantagens e desvantagens, por exemplo, os pinos paralelos e rosqueáveis que são mais retentivos (HENRY, 1977; McLEAN, 1998; McLEAN 1998; MILLER, 1982), mas necessitam de um maior desgaste da região apical da raiz favorecendo o seu enfraquecimento (MILLER, 1982). A utilização de pinos mais longos e delgados proporciona uma melhor

distribuição de tensões (HOLMES; DIAZ-ARNOLD; LEARY, 1996; PETERS, 1983) e preservação de estrutura dental sadia (TRABERT; CAPUT; ABOU-RASS, 1978), ou seja, os pinos com extremidade cônica permitem um maior volume de dentina na porção média e apical da raiz reduzindo o risco de fratura do elemento dentário (CHRISTENSEN, 1996; PAO et al., 1987).

Neste estudo, foram utilizados pinos de aço inoxidável de paredes paralelas e extremidade cônica, cimentados de maneira passiva, graças ao seu comprovado sucesso em testes laboratoriais de resistência e tração (HENRY, 1977; McLEAN, 1998; McLEAN, 1998; MILLER, 1982; PAO et al., 1987). Além disso, suas paredes paralelas possibilitaram uma maior efetividade na retenção (McLEAN, 1998; McLEAN 1998; PAO et al., 1987) e o desenho cônico de sua extremidade se assemelha muito mais à configuração do canal, preservando a estrutura dentária na região apical e exercendo concentrações mais baixas de força de tensão, provavelmente devido à ausência de ângulos agudos (ASSIF; GORFIL, 1994; SMITH; SCHUMAN, 1997). A sua superfície serrilhada possibilita maior retenção e resistência ao deslocamento quando comparados aos pinos que apresentavam superfície lisa.

A aplicação de uma força numa angulação de 45° ao longo eixo do dente foi idealizada com o intuito de simular, aproximadamente, os tipos de forças que ocorrem na boca, ou seja, uma associação de compressão e cisalhamento (MOYERS, 1975). Especula-se que KANTOR; PINES, 1977, simulando as cargas oblíquas geradas durante a função incisal ou desocclusão do guia anterior tenham sido os primeiros autores a testar núcleos metálicos fundidos com cargas compressivas aplicadas a 45°, dois anos depois de Moyers, 1975, relatar que em um padrão normal de oclusão o ângulo formado entre os dentes anteriores superiores e inferiores é de aproximadamente 135°.

A grande maioria das técnicas utilizadas no tratamento de dentes extremamente destruídos tem-se baseado na construção de núcleos intraradiculares com o objetivo de proporcionar retenção à futura restauração e de reforçar o remanescente dentário (BARABAN, 1970; BARABAN, 1972; DEUTSCH et al., 1983; KANTOR; PINES, 1977; LINDHE, 1993; SILVERSTEIN, 1964). No entanto,

tem sido observado que esses núcleos não são capazes de reforçar o dente estruturalmente debilitado (ASSIF; GORFIL, 1994; GREENFELD; MARSAHALL, 1983; HUANG; SCHILDER; NATHANSON, 1992; MARTINEZ-INSUA et al., 1998; PILO, 2000; SORENSEN; MARTINOFF, 1984; STOCKTON, 1999; TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985; TYLMAN; TYLMAN, 1960), sendo que alguns autores (BRAVIN, 1976; CAPUTO; STANDLEE, 1976; TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985) ainda mostram que esses retentores intra-radulares têm o potencial de enfraquecê-los. Stokes (1987), defende a idéia de que um dente que passa por uma intervenção endodôntica com mínima perda dentinária não é mais susceptível à fratura que um dente vital, o que está de acordo com Milot e Stein (1992), os quais complementam dizendo, ainda, que o tipo de núcleo ou pino utilizado tem pouca importância quando a maioria da estrutura dentinária é preservada. Apesar dessa discordância, existe o consenso de que é fundamental a preservação das estruturas radicular e coronária remanescentes para melhor prognóstico restaurador, pois a perda de estruturas importantes como cristas marginais e pontes de esmalte enfraquecem significativamente os dentes polpados e despolpados. (DEUTSCH et al., 1983; GUTTMANN, 1992; MANNING et al., 1995; MATTISON, 1982; MONDELLI et al., 1980; MORGANO, 1996; SEDGLEY; MESSER, 1992; TROPE; RAY JUNIOR, 1992).

Neste estudo, foram verificou-se o comportamento de dentes tratados endodonticamente e restaurados com núcleos metálicos fundidos, pinos pré-fabricados (pinos de aço inoxidável) e somente resina composta, os quais receberam coroas totais simulando uma situação clínica, submetidos a ensaio de fratura. Os resultados mostraram que a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, com remanescente dentário coronal, restaurados com um núcleo metálico fundido (NMF3-120,32Kgf) ou um pino intra-radicular pré-fabricado (PF3-92,53Kgf) ou somente resina composta (RC3-115,85Kgf) apresentaram resultados semelhantes sem nenhuma significância estatística. Este fato sugere que quanto maior o remanescente dentinário coronal, melhor a distribuição de estresse gerado pelo pino, protegendo, dessa forma, o dente contra fratura (ASSIF et al., 1993). Hoag e Dwyer (1982), corroborando os nossos resultados, demonstraram que quanto maior a quantidade de remanescente dentinário coronal, maior a resistência à fratura do dente e que esta característica é muito mais importante de que o tipo do material que o pino e núcleo são feitos. Esses resultados ainda mostraram que os

pinos pré-fabricados não podem ser considerados mecanismos de reforço para dentes despulpados quando estes possuírem algum remanescente dentário coronal. Esses dados estão de acordo com outros autores, tais como Assif; Gorfil (1994); Manning, (1995a); Manning, (1995b); Christensen, 1996; Morgano, (1999); e Smith e Schurman, (1997), os quais defendem a idéia de que a única função de um pino é a de proporcionar retenção e que, por isso, devem ser utilizados somente quando não houver quantidade suficiente de remanescente dentário coronal para suportar uma futura restauração protética.

Quando não havia presença de remanescente dentário coronal, a resistência à fratura dos dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos (NMF0-83,49Kgf) foi significativamente maior do que naqueles restaurados com pinos pré-fabricados (PF0-53,71Kgf) e somente com resina composta (RC0-30,39Kgf). Isso pode sugerir que a resistência de um dente está diretamente relacionada com a quantidade de remanescente dentinário coronal, assim, a resistência à fratura é diminuída com o decréscimo desse remanescente (ZHI-YUE; YU-XING, 2003). A maior resistência à fratura do grupo NMF0 (83,49Kgf) poderia estar relacionada com a maior resistência da liga metálica e a seu alto módulo de elasticidade (FRAGA et al., 1998). No entanto, é importante notar que as forças responsáveis para causar a falha, neste estudo, (NMF0-83,49Kgf - 279,5%; PF0-53,71Kgf - 144,1%), exceto para o grupo restaurado com resina composta (grupo RC0-30,39Kgf - 38,1%), foram consideravelmente maiores do que as máximas forças fisiológicas atuantes nos dentes dentro da cavidade oral, tal como encontrado por Lyons e Baxendale (1990), os quais observaram que a média de força aplicada sobre um canino superior foi de 22Kgf. Esses resultados permitem a sugestão da indicação, para uso clínico, tanto dos núcleos metálicos fundidos como dos pinos pré-fabricados. Na presença de hábitos parafuncionais, os mesmos autores mostraram o aumento das forças atuantes na cavidade oral, na região de canino, para 26Kgf e as forças máximas encontradas foram entre 35 Kgf e 37Kgf, o que, nestes casos, contra-indicariam o uso de pinos de resina.

Quando se utiliza uma coroa total sobre um preparo que apresenta remanescente dentinário coronal, obrigatoriamente a futura restauração possuirá uma característica muito importante para o sucesso do tratamento, denominada

férula. O efeito férula é dado à característica de abraçamento realizada na estrutura dentária coronal remanescente pela coroa utilizada na restauração. Neste estudo, quando foi comparada a resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente restaurados com os diferentes tipos de pinos intra-radiculares, foi possível observar que, na presença da férula, independente do tipo de pino utilizado, a resistência do dente restaurado foi significativamente maior. Os dentes que apresentavam remanescente dentário coronal (férula) restaurados com núcleos metálicos fundidos foram 44,1% mais resistentes do que aqueles que não o apresentavam (sem o efeito férula). O mesmo ocorreu com os pinos pré-fabricados com remanescente coronal, os quais foram 72,2% mais resistentes, e os pinos somente de resina composta, 281,1% mais resistentes. Este, assim como outros estudos (SIRIMAI; RIIS; MORGANO, 1999; ZHI-YUE; YU-XING, 2003), defendem a idéia de que a perda da integridade estrutural associada com o preparo do acesso ao conduto pode levar a maior ocorrência de fraturas nesses dentes. Os achados deste estudo estão de acordo com Sorensen e Engelman (1990), que mostraram que 1mm de remanescente dentário coronal foi capaz de resistir à carga compressiva. Ainda, em um outro estudo, Sorensen e Engelman (1990), mostraram que 1,0mm de remanescente coronal, aproximadamente, dobrou a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. PEREIRA et al., 2006, e outros autores (BARKHORDAR; RADKE; ABBASI, 1989; CATHRO; CHANDLER; HOOD, 1996; FERNANDES; SHETTY; COUTINHO, 2003; ISIDOR; BRONDUM; RAVNHOLT, 1999; LONEY; KOTOWICS; McDOWELL, 1990; RICKETTS; TAIT; HIGGINS, 2005) observaram que quanto maiores os remanescentes dentários coronais (férula), maior a resistência à fratura dos dentes a serem restaurados.

Embora não tenha sido o objetivo deste estudo, analisando-se a localização das fraturas, podemos verificar que a causa mais comum de falha quando é utilizada a técnica direta (pino pré-fabricado e resina composta ou resina composta), é a fratura do material restaurador (50%) ou da estrutura coronal (50%). Entretanto, quando se utiliza o núcleo metálico fundido, a causa mais comum é a fratura radicular (100%) (ROSEN, 1961) como pode ser observado na tabela 4.

Este trabalho demonstrou que as raízes restauradas com núcleos metálicos fundidos exibiram maiores resistências à fratura do que quando

restaurados com pinos pré-fabricados e resina composta ou somente resina composta (sem remanescente dentário, 55,4% e 174,7%, respectivamente e com remanescente dentário, 30,0% e 3,8%, respectivamente). Apesar da menor resistência da técnica utilizando pinos pré-fabricados e resina composta, ou somente resina composta, a sua utilização pode ser apropriada pois não provocam fratura radicular em caso de falha. Assim, o método direto parece proteger a estrutura dentária (ROSEN, 1961). Estes resultados também estão de acordo com Akkayan e Aniklioglu (2004); Bex et al. (1992); Fraga (1998); Sidoli, King e Setchell (1997), os quais salientaram que os núcleos de resina composta, quando falham, são passíveis de serem reparados, o que não acontece com materiais rígidos como os núcleos metálicos fundidos, os quais levam geralmente à fratura radicular, condenando o elemento dental. A técnica utilizando somente resina composta sem a presença do efeito férula é inapropriada porque as forças responsáveis pela falha do sistema (30,39Kgf) foram consideravelmente próximas do que a máxima força fisiológica atuante nos dentes (22Kgf) (LYONS; BAXENDALE, 1990) podendo ainda, ser maiores, em casos de hábitos parafuncionais.

Através dos dados encontrados foi possível observar que o alcance de um melhor prognóstico para dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos intra-radulares está diretamente relacionado com a presença de remanescente dentário coronal, independente do tipo de pino selecionado. No entanto, quando não houver remanescente dentário coronal, a resistência e o sucesso da restauração passam a depender também do pino intra-radicular a ser utilizado. Nesse momento, o conhecimento das possíveis opções de tratamento, dos diferentes tipos de pinos intra-radulares e suas características físico-mecânicas passa a ser obrigatório. A maior vantagem de um sobre o outro seria o fato de a fratura de um dente restaurado com pino pré-fabricado e núcleo de preenchimento ou somente resina composta não comprometer totalmente o dente tratado, possibilitando assim o seu reparo posterior. Dessa forma, outros estudos devem ser realizados a fim de se elucidar a atuação do remanescente dentário coronal e dos diferentes tipos de pinos quando estes forem submetidos a cargas aplicadas de maneira intermitente, sob ciclagem térmica, o que aproximaria muito mais a condições reais existentes na boca.



## ***7 CONCLUSÕES***

---



## 7 CONCLUSÕES

Dentro dos limites deste estudo, podemos observar as seguintes conclusões:

1. A presença do efeito férula aumentou significativamente ( $P < .05$ ) a resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente de todos os grupos.
2. O tipo do pino utilizado não influenciou significativamente ( $P < .05$ ) a resistência à fratura quando o efeito férula estava presente (NMF3 = PF3 = RC3).
3. O tipo do pino utilizado influenciou significativamente a resistência dos dentes tratados endodonticamente quando o efeito férula não estava presente (NMF0 > PF0 > RC0) ( $P < .05$ ).
4. Os grupos restaurados com pinos pré-fabricados e resina composta ou resina composta apresentaram falhas no remanescente coronal ou na resina composta antes que a fratura do dente ocorresse. Por outro lado, os espécimes restaurados com núcleos metálicos fundidos mostraram sempre fratura radicular.



## ***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

---



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A. I.; ALHADAINY, H. A. 2-years clinical evaluation of class I posterior composites. **Am J Dent**, v. 9, n. 4, p. 150-152, Aug. 1996.
- AKKAYAN, B. An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zircônia dowel systems. **J Prosthet Dent**, v. 92, n. 2, p. 155-162, Aug. 2004.
- AKKAYAN, B.; CANIKLIOGLU, B. Resistance to fracture of crowned teeth restored with different post systems. **Eur J Prosthodont Rest Dent**, v. 6, n. 1, p.13-18, 1998.
- AKKAYAN, B. et al. Resistance to fracture of endodontically treated restored with different post systems. **J Prosthet Dent**, v. 87, n. 4, p. 431-437, Apr. 2002.
- ASSIF, D.; GORFIL, C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 71, n. 6, p. 565-567, June 1994.
- ASSIF, D. et al. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. **J Prosthet Dent**, v. 61, n. 6, p. 676-678, Jan. 1989.
- ASSIF, D. et al. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. **J Prosthet Dent**, v. 69, n. 1, p.36-40, Jan. 1993. 1993.
- BAHARAV, H. et al. Effect of irradiation time on tensile properties of stiffness and strength of composites. **J Prosthet Dent**, v. 77, n. 5, p. 471-474, May 1997.
- BAKER, C. F. The dowel crown. **J Am Dent Ass**, v. 61, p. 479-483, Oct. 1960.
- BALASSIANO, D. F. Contribuição ao estudo dos núcleos metálicos cimentados. **Rev Bras Odont**, v.194, p.140-155, 1975.
- BARABAN, D. J. A simplified method for making posts and cores. **J Prosthet Dent**, v. 24, n. 3, p. 287-297, Sept. 1970.
- BARABAN, D. J. Immediate restoration of pulpless teeth. **J Prosthet Dent**, v. 28, n. 6, p. 607-612, Dec. 1972.
- BARABAN, D. J. The restoration of endodontically treated teeth: an update. **J Prosthet Dent**, v. 59, n. 5, p. 553-558, May 1988.
- BARATIERI, L. N. Influence of post placement in the fracture resistance of endodontically treated incisors veered with direct composite. **J Prosthet Dent**, v. 84, n. 2, p. 180-184, Aug. 2000.
- BARKHORDAR, R. A.; RADKE, R.; ABBASI, J. Effect of metal collars on resistance

of endodontically treated teeth to root fracture. **J Prosthet Dent**, v. 61, n. 6, p. 676-678, June 1989.

BEX, R.T. et al. Effect of dentinal bonded resin post-core preparations on resistance to vertical fracture. **J Prosthet Dent**, v. 67, n. 1, p. 768-772, June 1992.

BLACK, G. V. A method of grafting artificial crowns on roots of teeth. **Mo Dent J**, v. 1, p. 233, 1869.

BRAVIN, R. V. Post reinforcement tested. The Functional stress analysis of post reinforcement. **J Calif Dent Ass**, v. 4, p.66-96, 1976.

BRECKER, S. C. **Crowns**. Philadelphia: Saunders, 1961. p. 417-424.

CAILLETEAU, J. G.; RIEGER, M. R.; AKIN, E. D. A comparison of intracanal stresses in a post-restored tooth utilizing finite element method. **J Endod**, v. 18, n. 11, p. 540-544, Nov. 1992.

CAPUTO, A. A.; STANDLEE, J. P. Pins and posts-why, when and how. **Dent Clin N Am**, v. 20, n. 2, p. 299-311, Apr. 1976.

CARDOSO, P. E. C.; POSKUS, L.T. Evaluation of microleakage and vickers microhardness of condensable composite resins. **J Dent Res**, v. 79, p. 189, 2000. Abstract 362.

CATHRO, P. R.; CHANDLER, N. P., HOOD, J. A. Impact resistance of crowned endodontically treated central incisors with internal composite cores. **Endod Dent Traumatol**, v. 12, n. 3, p. 124-128, June 1996.

CHANG, W. C.; MILLSTEIN, P. L. Effect of design of prefabricated post heads on core materials. **J Prosthet Dent**, v. 69, n. 5, p. 475-482, May 1993.

CHARLTON, G. A., A prefabricated post and core for porcelain jacket crowns. **Brit Dent J**, v. 119, n. 10, p. 452-456, Nov. 1965.

CHRISTENSEN, G. J. Posts: necessary or unnecessary? **J Am Dent Ass**, v.127, n. 10, p. 1522-1528, Oct. 1996. 1996.

CHRISTIAN, G. W. et al. Post core restoration in endodontically treated posterior teeth. **J Endod**, v.7, n. 4, p. 182-5, Apr. 1981.

CHRISTY, J. M.; PIPKO, D. J. Fabrication of a dual-post veneer crown. **J Am Dent Ass**, v. 75, n. 6, p. 1419-1425, Dec. 1967.

COHEN, B. I. et al. Fracture strength of three different core materials in combination with three different endodontic posts. **Int J Prosthodont**, v. 7, n. 2, p. 178-182, Mar. 1994.

COHEN, B. I. et al. Four different core materials measured for fracture strength in combination with five different designs of endodontic posts. **J Prosthet Dent**, v. 76, n.5, p. 487-495, Nov. 1996.



- COHEN, B. I. et al. Fracture strengths of three core restorative materials supported with or without a pre-fabricated split-shank post. **J Prosthet Dent**, v. 78, n. 6, p. 560-565, Dec. 1997.
- DEUTSCH, A. S. et al. Prefabricated dowels: A literature review. **J Prosthet Dent**, v. 49, n. 4, p. 498-503, Apr. 1983.
- ECKERBOM, M.; MAGNUSSON, T. Restoring endodontically treated teeth: a survey of current opinions among board-certified prosthodontics and general dental practitioners in Sweden. **Int J Prosthodont**, v. 14, n. 3 p. 245-249, May-June 2001.
- FAUCHARD, P. **Le chirurgien dentiste on traité des dents**. 10. ed. Paris: Julien Prélat, v. 2, p. 244-256, 1946.
- FEDERICK, D. R. An application of the dowel and composite resin core technique. **J Prosthet Dent**, v. 32, n. 4, p. 420-424, Oct. 1974.
- FERNANDES, A. S.; DESSAI, G. S. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. **Int J Prosthodont**, v. 14, n. 4, p. 355-363, July-Aug. 2001.
- FERNANDES, A. S.; SHETTY, S. COUTINHO, I. Factors determining post selection: a literature review. **J Prosthet Dent**, v. 90, n. 6, p. 556-562, Dec. 2003.
- FRAGA, R. C. et al. Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. **J Oral Rehab**, v. 25, n. 11, p. 809-813, Nov. 1998.
- GEGAUFF, A. G. Effect of crown lengthening and ferrule placement on static load failure of cemented cast post-cores and crowns. **J Prosthet Dent**, v. 84, n. 2, p. 169-179, Aug. 2000.
- GELFAND, M.; GOLDMAN, M.; SUNDERMAN, E. J. Effect of complete veneer crowns on the compressive strength of endodontically treated posterior teeth. **J Prosthet Dent**, v. 52, n. 5, p. 635-638, Nov. 1984.
- GOODACRE, C. J. Five factors to be considered when restoring treated teeth. **Pract Proced Aesthet Dent**, v. 16, n. 6, p. 455-60, July 2004.
- GREENFELD, R. S.; MARSAHALL, F. J. Factors affecting dowel (post) selection and use in endodontically treated teeth. **J Canad Dent Ass**, v. 49, n. 11, p. 777-783, Nov. 1983.
- GUTTMANN, J. L. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 67, n. 4, p. 458-467, Apr. 1992.
- GUZY, G. E.; NICHOLLS, J. I. "In vitro" comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement **J Prosthet Dent**, v. 42, n. 1, p. 39-44, July 1979.
- HARRIS, F. L. An efficient one visit impression technique for gold-post and cast

- crown fabrication. **Dent Digest**, v. 76, n. 11, p. 464-466, Nov. 1970.
- HARTY, F.J.; LEGGETT, L. J. A post crown technique using a nickel-cobalt-chromium post. **Brit Dent J**, v. 132, n. 10, p. 394-8, May 1972.
- HATZIKYRIAKOS, A. H.; REISIS, G. I.; TSINGOS, N. A 3-year post-operative clinical evaluation of posts and cores beneath existing crowns. **J Prosthet Dent**, v. 67, n. 4, p. 454-458, Apr. 1992.
- HENRY, P. J. Photoelastic analysis for post core restorations. **Aust Dent J**, v. 22, n. 3, p. 157-159, June 1977.
- HEYDECKE, G.; PETERS, M. C. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: a systematic review. **J Prosthet Dent**, v. 7, n. 4, p. 380-386, Apr. 2002.
- HO, M. H. Three-dimensional finite element analysis of the effects of posts on stress distribution in dentin. **J Prosthet Dent**, v. 72, n. 4, p. 367-372, Oct. 1994.
- HO, H. H.; CHU, F. C.; STOKES, A. N. Fracture behavior of human mandibular incisors following endodontic treatment and porcelain veneer restoration. **Int J Prosthodont**, v. 14, n. 3, p. 260-264, May-June 2001.
- HOAG, E. P.; DWYER, T. G. A comparative evaluation of three post and core techniques. **J Prosthet Dent**, v. 47, n. 2, p. 177-181, Feb. 1982.
- HOLMES, D. C.; DIAZ-ARNOLD, A. M.; LEARY, J. M. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. **J Prosthet Dent**, v. 75, n. 2, p. 140-147, Feb. 1996.
- HUANG, T. G.; SCHILDER, H.; NATHANSON, D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. **J Endod**, v. 18, n. 5, p. 209-225, May 1992.
- HUNTER, A. J.; FEIGLIN, B.; WILLIAMS, J. F. Effects of a post placement on endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 62, n. 8, p. 166-172, Aug. 1989.
- IRVIN, A. W. et al. Photoelastic analysis of stress induced from insertion of self-threading retentive pins. **J Prosthet Dent**, v. 53, n. 3, p.311-316, Mar. 1985.
- ISHIKIRIAMA, A. et al. Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com resina composta. **Rev Fac Odont Bauru**, v. 3, n. 1/4, p. 47-52, jan./dez. 1995.
- ISIDOR, F.; BRONDUM, K.; RAVNHOLT, G. The influence of post length and crown ferrule on the resistance to cyclic loading of bovine teeth prefabricated titanium post. **Int J Prosthodont**, v. 12, n. 1, p. 79-82, Jan./Feb. 1999.
- JOHNSTON, J. F. et al. **Crown and bridge prosthodontics**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, 1965. p. 531-5
- KAHN, F. H. Selecting a post system. **J Am Dent Assoc**, v. 122, n. 12, p. 70-71, Dec. 1991.

KAHN, F. H. et al. Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems. **J Prosthet Dent**, v. 75, n. 2, p. 148-153, Feb. 1994.

KANTOR, M. E.; PINES, M. S. A. Comparative study of restorative techniques for pulpless teeth. **J Prosthet Dent**, v. 38, n. 4 p. 405-412, Oct. 1977.

KAYSER, A. F.; LEEMPOEL, P. J. B.; SNOEK, P. A. The metal post and composite core combination. **J Oral Rehabil**, v. 14, n. 1 p. 3-11, Jan. 1987.

KING, P. A.; SETCHELL, D. J. Analisis in vitro evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. **J Oral Rehabil**, v. 39, n. 1, p. 599-609, Nov. 1990.

KURER, P. F. Retention of post crowns. A solution of the problem. **Br Dent J**, v.123, n. 4, p. 167-169, Aug. 1967.

LEARY, J. M.; AQUILINO-ASSWARE, C. W. An evaluation of post strength within the elastic limits of dentin. **J Prosthet Dent**, v. 57, n. 3, p.277-281, Mar. 1987.

LINDHE, L. A. The use of composites as core material in root-filled teeth. II. Clinical investigation. **Swed Dent J**, v. 8, n. 5, p.209-216, 1984.

LINDHE, L. A. The use of composite resins in combination with anchorage posts as core material in endodontically treated teeth: clinical aspects of the technique. **Quintessence Int.**, v. 24, n. 2, p. 115-122, Feb. 1993.

LONEY, R. W.; KOTOWICS, W. E.; McDOWELL, G. C. Three-dimension photoelastic stress analysis of the ferrule effect in cast post and cores. **J Prosthet Dent**, v. 63, n. 5, p. 506-546, May 1990.

LYONS, M. F.; BAXENDALE, R.H. A preliminary electromyographic study of bite force and jaw-closing muscle fatigue in human subjects with advanced tooth wear. **J Oral Rehabil**, v. 17, n. 4, p.311-318, July 1990.

MANNING, K. E. et al. Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part I: basic theoretical concepts. **J Canad Dent Ass**, v. 61, n. 8, p. 685-695, Aug. 1995.

MANNING, K. E. et al. Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part II: clinical application of basic concepts. **J Canad Dent Ass**, v. 61, n. 8, p. 696-706, Aug. 1995.

MARCHI, G. M. **Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com sistema adesivo e pinos intra-radulares**. 1997, 106p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 1997

MARKLEY, M. R. Pin reinforcement and retention of amalgam foundations and restorations. **J Am Dent Ass**, v. 56, n. 5, p. 675-679, May 1958.

MARTINEZ-INSUA, A. et al. Comparison of fracture resistances of pulpless teeth

- restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. **J Prosthet Dent**, v. 80, n. 5, p. 527-532, Nov. 1998.
- MATTISON, G. D. Photoelastic stress analysis of cast-gold endodontic posts. **J Prosthet Dent**, v. 48, n. 4, p. 407-11, Oct. 1982.
- Mc DONALD, A. V.; KING, P. A.; SETCHELL, D. J. An "in vitro" study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. **Int Endod J**, v. 23, n. 6, p. 304-312, Nov. 1990.
- McLEAN, A. Criteria for predictably restorable endodontically treated tooth. **J. Canad. Dent. Ass.**, v. 64, n. 9, p. 652-656, Oct. 1998.
- McLEAN, A. Predictability of restoring endodontically treated teeth. **J Canad Dent Ass**, v. 64, n. 11, p. 782-787, Dec. 1998.
- MELO, M. P. et al. Evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts and composites under varying quantities of remaining coronal tooth structure. **J Appl Oral Sci**, v. 13, n. 2, p. 141-146, Apr./June 2005.
- MEZZOMO, E.; MASSA, F.; LÍBERA, S.D. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. **Quintessence Int**, v. 34, n. 4, p. 301-306, Apr. 2003.
- MILLER, A. W. Post and core systems: which one is the best? **J Prosthet Dent**, v. 48, n. 1, p. 27-38, July 1982.
- MILOT, P.; STEIN, S. Root fracture in endodontically treated teeth related to post selection and crown design. **J Prosthet Dent**, v. 68, n. 3, p. 428-435, Sept. 1992.
- MONDELLI, J. et al. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. **J Prosthet Dent**, v. 43, n. 4, p. 419-422, Apr. 1980.
- MORGANO, S. M. Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts. **J Prosthet Dent**, v. 75, n. 4, p. 375-380, Apr. 1996.
- MORGANO, S. M.; BRACKETT, S. E. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. **J Prosthet Dent**, v. 82, n. 6, p. 643-657, Dec. 1999.
- MORGANO, S.; MILOT, P. Clinical success of cast metal post and cores. **J Prosthet Dent**, v. 69, n. 1, p. 11-16, July 1993.
- MORGANO, S. M.; RODRIGUES, A. H. C.; SABROSA, C. E. Restoration of endodontically treated teeth. **Dent Clin North Am**, v. 48, n. 2, p. 397-416, Apr. 2004.
- MOYERS, R. E. **Handbook of orthodontics**. 3. ed. Chicago: YBMP, 1975. 778p.
- PAO, Y. C. et al. Roof stresses with tapered end post design in periodontally compromised teeth. **J Prosthet Dent**, v. 57, n. 3, p. 281-286, Mar. 1987.

- PAULILLO, L. A. M. S. **Influência da retenção intra-radicular na resistência de dentes tratados endodonticamente**. 2001. Tese (Livre Docência em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2001.
- PEGORARO, L. F. et al. Núcleos. In: \_\_\_\_\_. **Prótese fixa**. São Paulo: Artes Médicas, 1998. p. 85-110.
- PEREIRA, J. R. et al. Effect of a crown ferrule on the resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. **J Prosthet Dent**, v. 95, n. 1, p. 50-54, Jan. 2006.
- PEREIRA, J. R. et al. Influence of the remaining coronal structure on the resistance of teeth with intraradicular retainer. **Braz Dent J**, v. 16, n. 3, p. 197-201, 2005.
- PEREIRA, J. R. **Influência do remanescente dentário coronal na avaliação de dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos pré-fabricados e resina composta**. 2003. 185p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2003.
- PEREL, M. L.; MUROFF, F. I. Clinical criteria for posts and cores. **J Prosthet Dent**, v. 28, n. 4, p. 405-411, Oct. 1972.
- PETERS, M. C. R. B. et al. Stress analysis of a tooth restored with a post and core. **J Dent Res**, v. 62, n. 2, p. 760-763, June 1983.
- PIERRISNARD, L. et al. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth. A mechanical study using finite element analysis. **J Prosthet Dent**, v. 88, n. 4, p. 442-448, Oct. 2002.
- PILO, R. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with Gatesglidden and ParaPost drills. **J Prosthet Dent**, v. 83, n. 6, p. 617-623, June 2000.
- PLASMANS, P. J.; WELLE, P. R.; VRIJHOEL, M. M. "In vitro" resistance of composite resin dowel and cores. **J Endod**, v. 14, n. 6, p. 300-304, June 1988.
- PLASMANS, P. J. et al. "In vitro" comparison of dowel and core techniques for endodontically treated molars. **J Endod**, v. 12, n. 9, p. 382-387, Sept. 1986.
- RAYGOT, C. G. Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-reinforced resin post system In vitro. **Int J Prosthodont**, v. 14, n. 2, p. 141-145, Mar./Apr. 2001.
- REAGAN, S. E. et al. Effects of cyclic loading on selected post and core systems. **Quintessence Int**, v. 30, n. 1, p. 61-67, Jan. 1999.
- RICKETTS, D. N. J., TAIT, C. M. E., HIGGINS, A. J. Tooth preparation for post-retained restorations. **Br Dent J**, v. 198, n. 8, p. 463-471, Apr. 2005.
- ROBBINS, J. W.; EARNEST, L. A.; SCHUMANN, S. D. Fracture resistance of

- endodontically treated cuspids . **Am J Dent**, v. 6, n. 3, p. 159-161, June 1993.
- ROBBINS, J. W. Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. **J Am Dent Assoc**, v. 120, n. 5, p. 558-560, May 1990.
- ROSEN, H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 11, n. 5, p. 973-986, 1961.
- RUEGGERBERG, F. A.; CAUGHMAN, W. F.; CURTIS JR., J. W. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Oper Dent**, v. 19, n. 1, p. 26-32, Jan./Feb. 1994.
- SANTOS, M. J. C. M.; SILVA E SOUZA JUNIOR. M. H.; MONDELLI, R. F. L. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. **J Bras Dent Estet**, v.1, n.1, p. 14-21, jan./mar. 2002.
- SANTOS, G. C.; EL-MOWAFY, O.; RUBO, J. H. Diametral tensile strenght of a resin composite core with nonmetallic prefabricated posts: an *in vitro* study. **J Prosthet Dent**, v. 91, n. 4, p. 335-41, Apr. 2004.
- SCHIMIDT, J. R. et al. A single visit post and core procedure. **N Y St Dent J**, v. 39, n. 10, p. 604-610, Dec. 1973.
- SEDGLEY, C. M.; MESSER, H. H. Are endodontically treated teeth more brittle? **J Endod**, v. 18, n. 7, p.332-335, July 1992.
- SHEETS, C. E. Dowel and core foundations, **J Prosthet Dent**, v. 23, n. 1, p. 58-65, Jan. 1970.
- SICKELMORE, F. A. Post crows – some weakness. **Br Dent J**, v. 107, p.306-308, 1959.
- SIDOLI, G. E.; KING, P. A.; SETCHELL, D. J. An “in vitro” evaluation of carbon fiber-based post and core system. **J Prosthet Dent**, v. 78, n. 1, p. 5-9, July 1997.
- SILVERSTEIN, W. H. The reinforcement of weakened pulpless teeth. **J Prosthet Dent**, v. 14, p. 372-381, 1964.
- SIRIMAI, S.; RIIS, D.N.; MORGANO, S. M. An “in vitro” study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. **J Prosthet Dent**, v.81, n.3, p. 262-269, Mar. 1999.
- SMITH, C. T.; SCHUMAN, N. Restoration of endodontically treated teeth: guide for the restorative dentist. **Quintessence Int**, v. 28, n. 7, p. 457-462, July 1997.
- SORENSEN, J. A. Preservation of tooth structure. **J Calif Dent Assoc**, v. 16, n. 11, p.15-22, Nov. 1988.
- SORENSEN, J. A.; ENGELMAN, M. J. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 63, n. 5, p. 529-536, May 1990.
- SORENSEN, J. A.; ENGELMAN, M. J. Effect of post adaptation on fracture

- resistance of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 64, n. 4, p. 419-424, Oct. 1990.
- SORENSEN, J. A.; MARTINOFF, J. T. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 51, n. 6, p.780-784, June 1984.
- SORENSEN, J. A.; MARTINOFF, J. T. Clinical significant factors in dowel design. **J Prosthet Dent**, v. 52, n. 1, p. 28-35, July 1984.
- SORENSEN, J. A. et al. Selection criteria for post and core materials in restoration of endodontically treated teeth. **Acad Dent Mat**, p. 67-84, 2001.
- SORNKUL, E.; STANNARD, J. T. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. **J Endod**, v.18, n.9, p. 440-443, Sept. 1992.
- SPALTEN, R. G. Composite resin to restore mutilate teeth. **J Prosthet Dent**, v. 25, n. 3, p. 323-326, Mar. 1971.
- STACKHOUSE, J. A. Reinforcement of nonvital crowned teeth. **J Am Dent Assoc**, v. 104, n. 6, p. 859-861, June 1982.
- STANDLEE, J. P.; COLLARD, E. W.; CAPUTO, A. A. Dentinal defects caused by some twist drills and retentive pins. **J Prosthet Dent**, v. 24, n. 2, p. 185-192, Aug. 1970.
- STANDLEE, J. P. et al. Analysis of stress distribution by endodontic posts. **Oral Surg**, v. 33, n. 6, p. 953-960, June 1972.
- STOCKTON, L. W. Factors affecting retention of post systems: a literature review. **J Prosthet Dent**, v. 81, n. 4, p. 380-385, Apr. 1999.
- STOKES, A. N. Post crowns: a review. **Int Endod J**, v. 20, n. 1, p. 1-7, Jan. 1987.
- TALEGHANI, M.; MORGAN, R. W. Reconstructive materials for endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 57, n. 4, p. 446-449, Apr. 1987.
- TALEGHANI, M.; LEINFELDER, K. F. Evaluation of a newglass ionomer cement with silver as a core buildup under a cast restoration. **Quintessence Int**, v. 19, n. 1, p. 19-24, Jan. 1988.
- TORBJORNER, A.; KARLSSON, S.; ODMAN, P. A. Survival rate and failure characteristics for two post designs. **J Prosthet Dent**, v. 73, n. 5, p. 439-444, May 1995.
- TORBJÖNER, A.; FRANSSON, B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. **Int J Prosthodont**, v. 17, n. 3, p. 369-376, May/June 2004.
- TRABERT, K. C.; CAPUT, A. A.; ABOU-RASS, M. Tooth fracture-a comparison of endodontic and restorative treatments. **J Endod**, v. 4, n. 11, p. 341-345, Nov. 1978.

TRABERT, K. C.; COONEY, J. P. The endodontically treated tooth: restorative concepts and techniques. **Dent Clin North Am**, v. 28, n. 4, p. 923-951, Oct. 1984.

TROPE, M.; MALTZ, D. O.; TRONSTAD, L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. **Endod Dent Traumatol**, v. 1, n. 3, p. 108-111, June 1985.

TROPE, M; RAY JUNIOR, H. Resistance to fracture of endodontically treated roots. **Oral Surg**, v. 73, n. 1, p. 99-102, Jan. 1992.

TYLMAN, S. D.; TYLMAN, S. G. **Theory and practice of crown and bridge prosthodontics**. St. Louis: Mosby, 1960. p. 740-83.

VALLE, A. L. Comparison of the fracture resistance of endodontically-treated teeth restored with prefabricated post and composite resin core with different post lengths. **J Appl Oral Sci**, v. 15, n. 1, p. 29-32, 2007.

VALLE, A. L. **Avaliação do desajuste vertical, resistência à tração e compressão de núcleos metálicos fundidos, cimentados com cimentos de fosfato de zinco e resinoso em condutos tratados ou não com ácido fosfórico**. 2000. 191p. Tese (Livre Docência em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2000.

WAGNILD, G. W., MUELLER, K. L. **Restoration of the endodontically treated tooth**. In: COHEN, S.; BURNS, R. C., (Ed.) Pathways of the pulp. 8<sup>th</sup> ed. St. Louis: Elsevier, 2001. p. 765-95.

WEINE, F. S.; WAX, A. H.; WENCKUS, C. S. Retrospective study of tapered, smooth post systems in place for 10 years or more. **J Endod**, v. 17, n. 6, p. 293-297, June 1991.

ZALKIND, M.; HOCHMAN, N. Esthetic considerations in restoring endodontically treated teeth with posts and cores. **J Prosthet Dent**, v. 79, n. 6, p. 702-705, June 1998.

ZHI-YUE, L.; YU-XING, Z. Effects of post-core design and ferule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. **J Prosthet Dent**, v. 89, n. 4, p. 368-373, Apr. 2003.



***ANEXOS***

---



## ANEXOS

ANEXO A - Tabela 4 - Porcentagem dos tipos de falhas encontradas para cada grupo

TIPO DE FALHA GRUPO	FRATURA DA RESINA	FRATURA RADICULAR	FRATURA DO REMANESCENTE
NMF0	-	10 (100%)	-
NMF3	-	10 (100%)	-
PF0	10 (100%)	-	-
PF3	-	-	10 (100%)
RC0	10 (100%)	-	-
RC3	-	-	10 (100%)
TOTAL	20 (33.33%)	20 (33.33%)	20 (33.33%)