

**DANILO TEIXEIRA**

**INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE PINOS FIBRORESINOSOS NA  
RESISTÊNCIA À FRATURA DE NÚCLEOS DE RESINA COMPOSTA  
EM DENTES ANTERIORES COM RAÍZES DEBILITADAS.  
ESTUDO IN VITRO.**

Florianópolis

2004

DANILO TEIXEIRA

**INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE PINOS FIBRORESINOSOS NA  
RESISTÊNCIA À FRATURA DE NÚCLEOS DE RESINA COMPOSTA  
EM DENTES ANTERIORES COM RAÍZES DEBILITADAS.  
ESTUDO IN VITRO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada  
Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri

Florianópolis  
2004

DANILO TEIXEIRA

**INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE PINOS FIBRORESINOSOS NA  
RESITÊNCIA À FRATURA DE NÚCLEOS DE RESINA COMPOSTA  
EM DENTES ANTERIORES COM RAÍZES DEBILITADAS.  
ESTUDO IN VITRO.**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de MESTRE EM ODONTOLOGIA – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DENTÍSTICA e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 26 de fevereiro de 2004.

---

Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada  
*Coordenador de Programa de Pós-Graduação em Odontologia*

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada  
*Orientador*

---

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Júnior  
*Membro*

---

Prof. Dr. Camillo Anuate Netto  
*Membro*

**“Faça as coisas do jeito mais simples, só não faça as mais simples”.**

**Albert Einstein**

## AGRADECIMENTOS

À **Deus**. Acredito que nada é por acaso. E tudo tem a participação Dele.

À minha mãe, **Angélica**, que tantas vezes renunciou seus próprios sonhos para que os meus se realizassem. Costumo dizer que Deus "acertou em cheio" quando cruzou as nossas vidas. Eu sei de todos os esforços que fez por mim, por toda minha vida até aqui, e tenho um orgulho muito grande em ser seu filho, espero não ter te decepcionado. Essa vitória é minha e sua. Você é a pessoa mais importante da minha vida. Obrigado, mãe. Eu te amo muito.

**Tia Ângela**, você foi minha mãe, irmã e tia. Sua força é infinita, e teus ensinamentos não foram em vão. Sua vontade em tornar o mundo mais justo desde cedo me contagiou, e você tem participação plena na formação de meu caráter. Se hoje tento ser uma pessoa honesta e justa, devo isso a você. Sem seus "puxões de orelha" não teria me tornado o que sou, e nem tão pouco teria ido tão longe. Obrigado, por existir!

Ao meu pai de criação, **Pádua**. Quando resolvi largar meus empregos para voltar a estudar, você tinha medo, assim como eu. Estava trocando o certo pelo duvidoso. Sabia que tinha a obrigação em não te decepcionar. Logo você, que desde que entrou na minha vida tornou-se ídolo, tanto no esporte, por onde tentei seguir seus passos, quanto nas realizações pessoais. Suas capacidades em ser coerente, decidido e batalhador me surpreendem, e me motivam cada vez mais. Para mim, você é exemplo. Obrigado, pai, por ter entrado em minha vida.

No dia em que me formei cirurgião dentista, prometi a uma pessoa que aquele era apenas o começo do que eu viria a ser, e que todo aquele orgulho que estava sentindo naquele momento era pouco perto do que ainda sentiria no futuro. Pouco tempo depois essa pessoa nos deixou. **Vô Agenor**, cada vez que penso em desistir, lembro-me do que te disse, e é por isso que todo o meu sucesso é dedicado a você, hoje e sempre, onde quer que você esteja, apesar de acreditar que você continua sempre ao meu lado. Saudades.

Aos meus irmãos de criação, **Jú e Guga**. O fato de não sermos irmãos de sangue é mero detalhe, vocês sabem disso. Vocês me convenceram que nunca mais estarei sozinho. A luta de um é a luta de todos. Um beijo em cada coração de vocês.

Aos meus irmãos, **Cleber, Dudu e Milena**. A distância e o tempo foram incapazes de transformar amor de irmão em qualquer outro sentimento. A vontade que vocês tinham em me ver brilhar muito me impulsionou. Obrigado a todos vocês.

Ao professor **Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada**, orientador deste trabalho. Obrigado, professor, por ter depositado tamanha confiança em mim; e por mostrar-se ser tão acessível, mesmo estando muitas vezes, tão ocupado. Mais do que isso, por mostrar-se amigo nos momentos difíceis, e por ter me impulsionado nos momentos de desânimo. Certa vez te disse que minha única ambição era me tornar professor de graduação, e que o que eu mais queria era simplesmente trabalhar na formação de novos profissionais. Hoje me realizo a cada "bom-dia" que dou a meus alunos. Todas essas "realizações diárias" pelas quais venho passando são gratas a você, e tenho um orgulho muito grande em ter alcançado um grande sonho por seu intermédio. Obrigado, professor!!! Por tudo.

Ao professor **Dr. Luiz Narciso Baratieri**, idealizador e co-orientador deste estudo. Pessoa pela qual tinha total admiração profissional antes de conhecê-lo, e hoje vejo que só isso não resume quem ele realmente é. Poucas pessoas têm tanta capacidade em ensinar, mas também de mostrar caminhos, excitando o crescimento profissional e pessoal, e você tem esse poder. Poder pelo qual fiquei admirado, e tento ter e seguir como exemplo. Jamais esquecerei suas frases incentivadoras, uma delas em especial: "... e para se realizar na vida é preciso três coisas: ter sonhos,.....", lembra-se? Obrigado, professor, pelas muitas lições, tenha a certeza que te serei eternamente grato.

Ao professor **Dr. Sylvio Monteiro Júnior**, exemplo de seriedade e competência, sempre com bom-humor, estreitando seu relacionamento com todos os seus alunos, tanto da graduação como pós-graduação. Suas críticas altamente construtivas surtiram efeito, e continuarão sendo sempre bem-vindas. Obrigado.

Professores **Dr. Luiz Clóvis Cardoso Vieira** e **Dr. Élito Araújo**. Apesar da pouca convivência direta, sempre soube da seriedade e competência que existia em vocês. Por trás de todo meu trabalho, sabia que existiam pessoas sérias e competentes, que estariam dispostas a ajudar caso necessitasse. Por bem não foi preciso, mas a segurança que tinha com isso muito me ajudou a chegar ao final de mais essa jornada. Obrigado.

Aos demais professores da disciplina de Dentística da Universidade Federal de Santa Catarina: João Roberto Sanford Lins, César Alves de Andrade e Cleo Nunes de Souza. Pessoas maravilhosas com quem tive o prazer de estar junto durante o estágio docência. Talvez vocês não tenham tido participação direta nessa dissertação, mas com certeza todos vocês têm participação na minha formação como professor, aprendi muito com cada um. Obrigado.

Aos meus colegas de Mestrado, Bea, Fabiano, Maringá, Luiz, Sergio, Saulo, Isana, Rê e Paula, que muito me ajudaram, principalmente nos momentos conclusivos desse trabalho. Obrigado por tudo, e parabéns, a todos nós.

Aos colegas **Edson** e **Guilherme**, doutores em Dentística por esta faculdade, pela disposição em ajudar quando precisei, e pelos ensinamentos conseguidos através de conversas e trabalhos em conjunto.

Tenho a sorte de ter grandes amigos, alguns deles tiveram participação fundamental nesta pesquisa. **Alexandre Eiji** e **Alexandre Coelho (Xú e Boi)**, sem vocês nunca teria conseguido "tantos" incisivos centrais hígidos, sabia que a vontade que vocês tinham em me ajudar era enorme, assim como nossas amizades. Parte disso tudo é de vocês. **Hermes**, valeu pelos incentivos! Você é um grande exemplo de dedicação.

Outros grandes amigos não tiveram participação direta na dissertação, mas por trás disso tiveram alguma influência. **Fabiano Araújo**, pessoa que aprendi a respeitar e admirar ao longo do curso de Mestrado. Você muitas vezes me fez enxergar as coisas como elas são. Pessoas que colocam a família acima de tudo nasceram para brilhar, e você é isso. Sucesso!!! Obrigado pelas conversas e companhia nos momentos de descontração.

Já dizia um amigo meu... "para que tudo dê certo durante seu dia, é preciso morar em um lugar calmo e tranquilo, rodeado de pessoas que te façam sentir bem, se não você nunca vai ter o prazer de voltar pra casa...". Todos vocês do Canto dos Araçás, valeu!!! **Caco**, os momentos pelo qual passávamos conversando e escutando boas músicas foram fundamentais para a realização disso tudo. Saber que um grande amigo está perto, quando a família está longe, é um conforto. Tenho a certeza de que isso é recíproco. Admiro muito você e toda a sua família. Desculpa se alguma vez te humilhei demais no Xadrez... não foi minha intenção!!!

Ao amigo **Gustavo Coura**, pessoa com a qual tive o prazer de morar. Aprendi muito contigo, sua força de vontade, sua dedicação, sua positividade e sobretudo sua disciplina me surpreendem. Você enche de harmonia os lugares por onde passa. Valeu!!!

**Flávio Henrique**, apesar da nossa distância, meu velho, tenho certeza da nossa amizade. Saber que estou presente nas suas orações me traz tranqüilidade. Espero te ver novamente em breve, já que você não pode estar aqui hoje, embora saiba que gostaria muito.

**Miltinho**, você sabe da sua importância nisso tudo. Foi você quem segurou comigo momentos bem difíceis, sem me deixar cair, com gestos e palavras. E tudo isso pra que eu conseguisse chegar até o final, sem que nenhuma parte do meu sonho fosse perdida. Você é um grande amigo!!! Valeu, Mil!!!

Aos demais amigos que torcem por mim e que me incentivam desde a época da faculdade: Karin, Japinha, Mateus (Gordo), Pablo, Frank, Paulo, Fernandão, Renato Teixeira, Peixe, Tatão, Márcio, Tamer, Fábio (Zóio), Bruno, Gabriel, Marquinho, Raquel, Andreza, Cristina Magnani, Roberta Esberard, Iriana Zanin, Filipi e Fábio Moura.

À todos os professores de Dentística e Clínica Integrada da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP. Em especial **Edson Alves de Campos, Sizenando Toledo Porto Neto e Oscar Muñoz Chaves**, professores que me iniciaram na carreira científica, e que sem suas orientações, bem realizadas, jamais teria chegado ao tão sonhado mestrado.

Aos funcionários da Faculdade de Odontologia da UFSC, em especial: **Ana, Léa, Lauro e Richard**, por estarem sempre prontos a nos atender, mesmo quando estávamos "precisando urgente!!!". Vocês têm participação em todo o nosso sucesso. "Uma grande empresa só é grande porque possui grandes funcionários". Obrigado.

Às professoras **Liene e Cléo**, pelas revisões e formatações desse texto, com tamanha objetividade e eficiência.

TEIXEIRA, Danilo. **Influência do número de pinos fibroresinosos na resistência à fratura de núcleos de resina composta em dentes anteriores com raízes debilitadas. Um estudo *in vitro***. 2004. 94f. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

O estudo, *in vitro*, avaliou a influência do número de pinos fibroresinosos na resistência à fratura de núcleos confeccionados sobre os mesmos, em resina composta, como parte da restauração de dentes anteriores com raízes debilitadas e tratamento endodôntico realizado. Trinta incisivos centrais superiores receberam tratamento endodôntico e tiveram suas coroas removidas 2 mm aquém da junção amelo-cementária. Seus condutos radiculares foram alargados utilizando-se pontas diamantadas de grosso calibre, e os dentes foram divididos em três grupos contendo 10 raízes cada, onde em cada grupo uma quantidade diferente de pinos fibroresinosos foi cimentada internamente às raízes: grupo 1 – somente um pino foi cimentado; grupo 2 – dois pinos foram cimentados e grupo 3 – um pino principal foi cimentado em conjunto a dois pinos acessórios. Para tal, um sistema adesivo de frasco único e cimento resinoso foram utilizados. Núcleos de resina composta padronizados foram confeccionados sobre os pinos cimentados às raízes. Com as raízes embebidas por resina epóxica em cilindros de alumínio, as mesmas foram montadas em um dispositivo especial, que assegurou ao dente uma inclinação de 45° em relação ao seu longo eixo do mesmo. Em uma máquina de ensaios universal INSTRON 4444 foi aplicada uma carga de compressão, com célula de 2000N e velocidade de 1 mm/min, sobre a porção palatina dos núcleos, até que uma fratura fosse notada. O valor responsável pela fratura de cada amostra foi considerado o valor de resistência à fratura, e o modo como a fratura ocorreu em cada espécie foi classificada como favorável, semi-favorável ou irreversível. Analisando-se os resultados, verificou-se que maiores valores foram observados no grupo 3, que estatisticamente diferenciou-se do primeiro grupo, sendo os demais grupos semelhantes estatisticamente (teste ANOVA seguido do teste de Tukey). Concluiu-se que a cimentação de um pino fibroresinoso principal, envolto por pinos fibroresinosos acessórios apresentaram maiores valores de resistência à fratura frente a forças externas; e que dentes restaurados com um, dois ou um pino principal juntamente a pinos acessórios apresentaram modo de fraturas favoráveis.

Palavras chave: Pinos fibroresinosos; Resistência à fratura; Resina Composta

TEIXEIRA, Danilo. **Influência do número de pinos fibroresinosos na resistência à fratura de núcleos de resina composta em dentes anteriores com raízes debilitadas. Um estudo in vitro.** 2004. 94f. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## ABSTRACT

This in vitro study evaluated the influence of the number of resin fiber posts in the fracture resistance of cores confectioned on the same ones, in composed resin, as part of the previous tooth restoration with weakened roots and carried through endodontic treatment. Thirty incisors superior central had received endodontic treatment and had removed crowns 2 mm of the amelo-cementary junction on this side. Its conduits radicales had been widened using diamonds tips of thick bore, and the teeth had been divided in three groups contend 10 roots each, where in each group a different amount of resin fiber posts was cemented internally to the roots: group 1 – post was only cemented; group 2 – two posts had been cemented and 3 group – a main post was cemented in set the two accessory posts. For such, a one bottle adhesive system and resinous cement had been used. Composed resin cores standardized had been confectioned on the posts cemented to the roots. With the teeth absorbed for epoxy resin in aluminum cylinders, the same ones had been mounted in a special device that assured to the tooth an inclination of 45 ° in relation to its long axle of exactly. In a universal machine of tests INSTRON 4444, a compression load was applied, with cell of 2000N and cross speed of 1 mm/min, on the palatine portion of the cores, until a breaking was noticed. The responsible value for the breaking of each sample was considered the value of resistance to fracture, and the mode as the facture occurred in each species was classified as favorable, half-favorable or irreversible. Analyzing the results, it was verified that bigger values had been observed in the group 3, which statistically was differentiated of the first group, being too much similar groups (followed test ANOVA of the test of Tukey). One concluded that the face-hardenings of main resin fiber posts, envolts for accessory fiber resin posts, had presented greater values of resistance to the breaking front the external forces; and those teeth restored with one, two or a main post and the accessory posts together presented way of favorable fractures.

Key words: Resin fiber posts; Resistance to fracture; Composites

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Incisivos centrais hígidos. ....	58
Figura 2 – Raiz com 2mm expostos, embebida por resina epóxica. ....	60
Figura 3 - A – ponta diamantada nº 4137; B – a mesma ponta adaptada em peça reta e montada em delineador, sobre raiz a ser preparada; C – conduto preparado (vista superior)..	61
Figura 4 – A: Pinos Reforpost – Ângelus; B: Disco de Aço Flexível. ....	62
Figura 5 – Guia com apenas 1 pino. ....	63
Figura 6 – Guia com dois pinos. ....	64
Figura 7 – Pinos acessórios de diâmetros diferentes. ....	65
Figura 8 – Dente preparado sendo moldado com resina acrílica. ....	66
Figura 9 - A – Molde perfurado; B – Dispositivo responsável pela injeção da resina ao molde; C – Núcleo realizado (sem acabamento) .....	67
Figura 10 – Teste de resistência à fratura: dente em inclinação de 45° montado em um dispositivo especial. ....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados em kgf das resistências à fratura dos espécimes.....	70
Tabela 2 - Estatísticas descritivas por grupos, em kgf.....	71
Tabela 3 – Comparação entre os grupos estudados: ANOVA.....	72
Tabela 4 – Comparação múltipla de Tukey.....	73
Tabela 5 – Modo de Fratura das Amostras .....	74
Tabela 6 - Comparação dos modos de fratura (Estatísticas descritivas dos grupos).....	76

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

°C	-	Graus Celsius
µm	-	Micrometro
JAC	-	Junção amelo-cementária
MEV	-	Microscopia eletrônica de varredura
mm/min	-	Milímetros por minuto
N	-	Newton

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	18
2.1	ATRIBUTOS TÉCNICOS PARA RESTAURAÇÃO DE DENTES DESPOLPADOS UTILIZANDO-SE PINOS INTRA-RADICULARES	20
2.1.1	Fundamentos para restauração de dentes despulpados	20
2.1.2	Utilização de materiais e pinos fibroresinosos	27
2.1.2.1	Comparação de pinos fibroresinosos a outros tipos de pinos	31
2.1.3	Restauração de dentes despulpados com raízes debilitadas	34
2.2	TESTES DE RESISTÊNCIA À FRATURA UTILIZANDO DENTES EXTRAÍDOS E PINOS INTRA-RADICULARES	36
2.2.1	Resistência à fratura - Comparação entre técnicas	37
2.2.2	Resistência à fratura – Comparação entre materiais	44
2.2.3	Resistência à fratura – Comparação entre materiais e técnicas	48
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b>	56
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b>	57
4.1	SELEÇÃO DOS DENTES	57
4.2	TRATAMENTO ENDODÔNTICO	59
4.3	INCLUSÃO DAS RAÍZES EM CILINDRO METÁLICO	60
4.4	SIMULAÇÃO DE RAÍZES DEBILITADAS	61
4.5	CIMENTAÇÃO DOS PINOS	62
4.6	CONFECÇÃO DOS NÚCLEOS DE RESINA COMPOSTA	66
4.7	TESTE DE RESISTÊNCIA À FRATURA	68
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	70
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	77
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	85
	<b>REFERÊNCIAS</b>	86

## 1 INTRODUÇÃO

Muitos sistemas de pinos intra-radulares têm sido propostos pela literatura. São eles os metálicos fundidos, utilizando diversas ligas metálicas, e pinos pré-fabricados em aço, titânio, ligas preciosas e fibras de vidro e carbono.

As funções dos pinos cimentados em canais radulares de dentes tratados endodonticamente são: distribuir forças oclusais ao longo da raiz; e proporcionar retenção ao núcleo, que substitui a porção do dente destruído, que conseqüentemente, provê uma retenção à restauração final (COLMAN, 1979). Os mesmos são aplicados em dentes tratados endodonticamente com excessiva perda de substrato, e que por possuírem menor quantidade de tecido mineralizado, tornam-se mais enfraquecidos, quando comparados a dentes íntegros.

Os pinos pré-fabricados apresentam certas vantagens aos pinos fundidos: permitem uma maior rapidez no tratamento, além de apresentarem-se mais baratos e com técnica de uso relativamente mais simples (KERN; FRAUNHOFER; MUENINGHOUFF, 1984), porém eles não se moldam às paredes do canal, e a adaptação destes pinos ao remanescente dental nem sempre é considerada ideal (CHAN; HARCOURT; BROCKHURST, 1993).

Os pinos metálicos, sejam eles pré-fabricados ou fundidos, são compostos de materiais rígidos, que apresentam um módulo de elasticidade superior ao da dentina, que se localiza

entre 13 e 18 GPa (DURET; REYNAUD; DURET, 1990; CARTE et al., 1993), proporcionando uma maior concentração de esforços diretamente nas estruturas dentais rígidas, levando à fratura da porção radicular (ASSIF et al., 1993; ESKITASCIOGLU; BELLI; KALKAN, 2002; PEST et al., 2002).

A solução encontrada pelos fabricantes foi criar alguns pinos compostos de materiais contendo módulos de elasticidade similares aos da dentina. Desta forma, os novos pinos, apresentando menores valores de rigidez, e com estes sendo bem próximos aos da dentina, foram capazes de transmitir menos estresse à estrutura dental remanescente durante recebimento de cargas externas, por tratar-se agora de uma “unidade mecânica homogênea” (ESKITASCIOGLU; BELLI; KALKAN, 2002). Os pinos criados com esta intenção, e mais aceitos atualmente, são os que contêm em suas composições fibras de carbono e vidro, sempre associados a uma matriz resinosa. Estes pinos apresentam um módulo de elasticidade em torno de 21 GPa, ficando mais próximo aos valores encontrados em dentina, quando comparados aos pinos metálicos (DURET; REYNAUD; DURET, 1990).

Os pinos intra-radiculares pré-fabricados muitas vezes não preenchem totalmente o diâmetro do canal no qual é cimentado, mesmo tratando-se dos sistemas de maior calibre. Isso pode ocorrer porque dentes não-vitais podem possuir paredes finas de dentina radicular e condutos amplamente aumentados devido a cáries, trauma, desenvolvimento de anomalias, reabsorções internas e iatrogenias (LUI, 1994). A utilização de pinos mais rígidos nestes casos seria comprometedor, já que a pouca estrutura dental remanescente encontra-se extremamente debilitada, sendo aconselhado a utilização de pinos menos rígidos, como os fibroresinosos. Porém, como dito anteriormente, muitas vezes esses pinos não preenchem totalmente o conduto, podendo ser utilizados dois ou mais pinos até que uma menor quantidade de material cimentante seja utilizado.

A colocação de dois ou mais pinos fibroresinosos no interior do canal radicular proporcionará uma menor quantidade de material cimentante no interior do canal. Nada se sabe sobre este tipo de procedimento em dentes com as paredes de dentina radicular debilitadas, principalmente no que diz respeito à resistência do elemento dental remanescente. Este trabalho vem ao encontro destes anseios da classe odontológica, e através de testes, *in vitro*, procurou verificar a influencia do número de pinos fibroresinosos na resistência à fratura de núcleos de resina composta em dentes anteriores com raízes debilitadas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA<sup>1</sup>

Ring (1989), relatou que o primeiro registro da utilização de retentores intra-radulares ocorreu no ano de 1728, onde a técnica de confecção de coroas retidas por pino foi constituída por um pino de madeira inserido no conduto radicular, que em contato com a umidade expandia-se, retendo as coroas. A criação das coroas de Richmond, também conhecidas como *pivots*, onde o pino metálico intra-radicular forma uma peça única com a coroa, ocorreu em torno de 1880, considerado um marco na história dos pinos intra-radulares. A partir de 1960, as coroas *pivots* começaram a ser abandonadas, isso porque existia uma dificuldade na obtenção de paralelismo entre os pilares de pontes fixas, onde deveria ser obtido já a partir dos preparos das paredes dos condutos radulares; além disso, existia um alto risco de fratura durante a remoção desses pinos.

A solução encontrada a partir daí foi a utilização dos núcleos metálicos fundidos, confeccionados separadamente da coroa. Este sistema é constituído de um pino intra-radicular que se fixa a um conduto previamente preparado, e uma porção coronária, representando um remanescente dental coronário já preparado para receber uma coroa total. Esta coroa é cimentada sobre a porção coronária do núcleo. As matérias-primas para confecção desses núcleos são muitas, podendo ser resumidas em ligas de metais nobres, não-nobres ou

---

<sup>1</sup> Baseado na NBR 10520: 2002 da ABNT.

seminobres. Esses padrões podem ser confeccionados diretamente na boca do paciente, utilizando-se resina acrílica ou cera, ou ainda podem ser confeccionados indiretamente, em modelos de gesso obtidos através da moldagem dos condutos dentários (SHILLINGBURG; KESSLER, 1991).

Seguindo a evolução de toda a odontologia, os pinos também passaram por constantes modificações, até que surgiram os pinos pré-fabricados, produzidos com a intenção de eliminar a etapa laboratorial, já que são cimentados diretamente ao conduto radicular, podendo este estar preparado ou não, dependendo do sistema a ser utilizado. Estes pinos foram surgindo ao longo dos anos, os quais apresentavam desenho, diâmetro, comprimento e textura superficial diversos, podendo esses pinos ser ativos (quando necessitam ser rosqueados no interior do conduto para serem fixados) ou passivos (cimentados no interior dos condutos). Podendo ser ainda classificados de acordo com sua forma geométrica em cônicos ou paralelos, e de acordo com a textura de sua superfície entre lisos ou serrilhados (ALBUQUERQUE, 2002).

Atualmente, novos pinos têm sido desenvolvidos, a fim de proporcionar retenção adequada para a restauração final, sem que a resistência do elemento não fique comprometida; de forma que a estética não seja prejudicada. Busca-se, também, uma restauração denominada de bloco único, que seria um único complexo biomecânico, conseguido através da adesão entre as estruturas dentárias e os materiais de reforço (pino, agente cimentante e material coronário), além da utilização de materiais que possuam propriedades mecânicas semelhantes às estruturas dentais remanescentes (TORBJORNER et al., 1996).

Para que tudo isso seja mais bem compreendido, uma revisão resumida, porém detalhada, da vasta literatura existente sobre o assunto, será descrita a seguir, de acordo com documentos relevantes à realização deste experimento.

Com intuito de esta revisão ser lida de maneira mais didática, a mesma dividir-se-á em subitens.

## 2.1 ATRIBUTOS TÉCNICOS PARA RESTAURAÇÃO DE DENTES DESPOLPADOS UTILIZANDO-SE PINOS INTRA-RADICULARES

### 2.1.1 Fundamentos para restauração de dentes despolidos

Devido a perdas de estrutura dental por cárie, tratamento endodôntico, ou ambos, Silverstein (1964) afirmou que estes dentes tornam-se mais frágeis e susceptíveis à fratura, necessitando de reforço. A recomendação do autor dava-se pelo uso de núcleos metálicos fundidos, prevenindo o dente a fraturar-se. São consideradas pelo autor duas vantagens da utilização de núcleos metálicos fundidos em relação aos *pivots*, são elas: a coroa total e o pino são independentes, o que proporciona facilidade no reparo ou troca de coroas; e a facilidade da obtenção de paralelismo entre os dentes pilares de uma prótese fixa, agora realizada sobre a porção coronal do núcleo, e não mais nos condutos radiculares, sem que haja desgaste desnecessário dos condutos.

Baraban (1967) afirmou que dentes com tratamento endodôntico realizados são mais frágeis devido à desidratação, e que os mesmos deveriam ser protegidos contra fraturas. Diversas técnicas foram citadas pelo autor com o propósito de proteger a estrutura dentária remanescente, entre elas: núcleos fundidos em ouro, associados ou não a pinos dentinários, núcleos divididos, pinos metálicos pré-fabricados e outros; sendo que os fatores determinantes para a seleção da técnica ideal para cada caso são: 1) quantidade de coroa clínica remanescente; 2) finalidade do dente (pilar de prótese fixa, preparo para coroa total, restauração direta); 3) hábitos oclusais do paciente.

Baraban (1970) descreveu a técnica para utilização de pinos metálicos pré-fabricados Para-Post. Técnica essa realizada de forma direta, sem necessidade de etapas laboratoriais para confecção dos núcleos, através do preparo do conduto com brocas correspondentes aos tamanhos dos pinos. Estes pinos eram fornecidos em cinco tamanhos, sendo de quatro matérias-primas diferentes. Citou o autor que estes pinos poderiam ser utilizados na maioria das raízes de dentes uniradiculares, devido a essa técnica ser de fácil e simples execução, além de ser totalmente padronizada.

Standlee; Caputo; Pollack (1972) analisaram a distribuição do estresse nas estruturas de suporte dadas por pinos pré-fabricados metálicos com diferentes desenhos, através de uma investigação fotoelástica, durante a cimentação dos pinos e sob cargas de cisalhamento e compressão. As paredes desses pinos apresentavam-se das seguintes formas: 1) cônicas e lisas; 2) paralelas e lisas e 3) cônicas e rosqueáveis. Cada pino foi testado em três comprimentos: 4,7 e 10mm. Modelos fotoelásticos simularam raízes de incisivos centrais superiores, e os pinos foram cimentados aos condutos com cimento de fosfato de zinco. Sobre os pinos cimentados instalaram-se coroas fundidas cilíndricas, que sofreram as cargas correspondentes a cada teste. Notaram que a concentração de estresse aumenta conforme a

diminuição do comprimento do pino, fazendo com que os autores concluíssem que o comprimento do pino deveria ser igual ou maior do que o comprimento da coroa anatômica. Em pinos longos de paredes paralelas e lisas deveriam ter suas paredes preparadas, confeccionando pequenos sulcos em sua extensão, a fim de se reduzir a alta pressão observada durante a cimentação ao conduto. Atenção especial deveria se dada quando utilizados pinos rosqueáveis, em consequência ao alto estresse quando esses pinos não são adaptados fielmente.

Baraban (1972) descreveu as vantagens em se utilizar pinos metálicos Para-Post como meio de retenção para núcleos de resina composta autopolimerizáveis, sendo elas: economia de tempo; baixo custo; preparo imediato, mesmo tendo o elemento dental pouco remanescente coronal; simplicidade de confecção da coroa provisória; retenção e adaptação adequada da resina ao remanescente estrutural coronal.

Caputo e Standlee (1976) afirmaram que pinos com ou sem núcleos devem ser utilizados sempre que uma pequena quantidade de remanescente coronário não permitir retenção da restauração, pois aumentam a resistência ao deslocamento por forças mastigatórias. Ressaltaram ainda, que núcleos e pinos dentinários não aumentam a resistência das restaurações, agindo justamente ao contrário, enfraquecendo-na. Os pinos dentinários auxiliares teriam sua principal utilização em dentes vitais, sendo que a retenção é maior quando mais pinos são utilizados e quando não são paralelos entre si. Os autores concluíram várias notoriedades sobre pinos cimentados em canais radiculares, através de experimentos laboratoriais: 1) pinos pré-fabricados cimentados em condutos previamente preparados para recebê-los exibem melhor performance que os núcleos metálicos fundidos; 2) pinos que apresentam as paredes paralelas exibem melhores valores de retenção e capacidade de distribuição de estresse que os pinos de formatos cônicos; 3) pinos rosqueados são os que

geram maior estresse na dentina; 4) pinos retidos por fricção possuem retenção intermediária e os cimentados possuem a menor retenção; 5) pinos de diâmetros maiores deveriam ser evitados, pois enfraquecem a raiz devido ao grande desgaste nela realizado para receber o pino; 6) ao menos 1mm de dentina sadia deveria ser mantida ao redor do pino; 7) o comprimento do pino no interior do conduto deveria ser no mínimo igual ao da coroa clínica para que houvesse uma retenção adequada.

Sorensen e Martinoff (1984a) avaliaram clinicamente o comportamento de 1273 dentes tratados endodonticamente com ou sem núcleos metálicos intra-radiculares, entre 1 e 25 anos de tratamento. Os dentes foram divididos de acordo com sua anatomia: anteriores superiores, pré-molares superiores, molares superiores, anteriores inferiores, pré-molares inferiores e molares inferiores. Os autores verificaram que a utilização de núcleos intra-radiculares não aumentou significativamente a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente quando comparados com dentes sem instalação de pinos em seus condutos, sugerindo ainda, que pinos metálicos não devem ser utilizados rotineiramente devido ao fato de não serem realmente efetivos como reforço e substitutos da estrutura perdida.

Ainda avaliando clinicamente a amostra descrita acima, Sorensen e Martinoff (1984b) concluíram que os pinos com maiores taxas de sucesso foram os pinos de paredes serrilhadas com porção coronária fundida (100% de taxa de sucesso) e pinos com preenchimento coronário em amálgama ou resina composta (97,7%). Os dentes com núcleos metálicos fundidos apresentaram as menores taxas de sucesso (87,3%), menores até mesmo que os dentes sem reforço intra-radiculares (89,9%). Os núcleos metálicos fundidos ainda foram responsáveis por fraturas radiculares não-restauráveis, levando 1 em cada 3 dentes assim restaurados à extração. Concluíram ainda que os pinos que possuam no interior do conduto

um comprimento igual ou maior que o da coroa clínica possuíram uma taxa de sucesso de mais de 97%.

Rabie et al. (1985) analisaram, *in vivo*, a possibilidade de reforçar dentes imaturos com resina composta, restaurando três incisivos centrais superiores com fratura horizontal na região cervical. Somente em um dente a fratura encontrava-se supragengivalmente, nos demais a localização foi abaixo da crista óssea, e o acesso à fratura foi realizada graças ao acesso cirúrgico, extrusão ortodôntica, ou ambos. Depois que os dentes tiveram tratamento endodôntico realizado, foi realizada a desobturação parcial do conduto, seguido da cimentação de pino ou núcleo metálico fundido no conduto, realizado em dois casos com resina composta, e no outro somente com resina composta. Segundo os autores, a resina poderia penetrar por entre os túbulos condicionados, mantendo as paredes radiculares unidas, de forma que o dente tornar-se-ia restaurável. Esta técnica foi recomendada pelos autores para casos onde as paredes radiculares apresentavam-se finas, reforçando a raiz, possibilitando, desta forma, a restauração e a manutenção destes dentes a cavidade, uma vez que dentes nestas situações rotineiramente são indicados à extração.

Hunter; Feiglin; Williams (1989) investigaram os efeitos da terapia endodôntica, preparo do conduto e a colocação de pinos metálicos em modelos simulando incisivos centrais superiores. Para tal, uma análise bidimensional fotoelástica das amostras sofrendo carga foi realizada, indicando a magnitude e a concentração de estresse nas regiões cervical e apical dos modelos. Dentro das restrições do método utilizado, os resultados sugeriram que: 1) a remoção de estrutura interna durante a terapia intra-radicular é acompanhada por um aumento diretamente proporcional do estresse na região cervical; 2) um alargamento mínimo do conduto para utilização de pinos de tamanho moderado não enfraquece o dente; 3) quando há um alargamento do conduto radicular, um pino com um diâmetro moderado e comprimento

substancial reforça o dente; 4) o comprimento do pino é mais crítico que o diâmetro na determinação do estresse na região cervical; 5) pinos com diâmetros pequenos e médios devem ser evitados, uma vez que concentram estresse na região cervical da raiz; 6) uma profundidade igual ou maior que dois terços do comprimento da raiz para cimentação parece ser a adequada; 7) colocação de pinos em dentes tratados endodonticamente, porém com pouca perda estrutural é provavelmente desnecessária.

Ferrari e Mannocci (2000) apresentaram um caso onde um sistema adesivo de frasco único foi utilizado para a cimentação de um pino fibroresinoso, juntamente com um cimento resinoso, para observar a eficiência desse sistema em casos como este. O pino fibroresinoso foi cimentado clinicamente dentro do conduto radicular de uma raiz fraturada, e uma semana depois este dente foi extraído para visualização em microscópio eletrônico de varredura, onde em uma metade da raiz foi avaliada a formação da camada híbrida, e em outra o acesso da resina através da dentina, formando *tags*. Os resultados mostraram que o sistema de frasco único pode infiltrar-se pela dentina, sendo eficiente na cimentação de pinos fibroresinosos em condutos radiculares.

Ferrari et al. (2002) avaliaram a eficácia da utilização de pincéis especiais (“microescovas”), mais conhecidas pelo seu nome comercial (microbrush), na adesão intracanal de sistemas utilizados para cimentação de pinos. Vinte amostras foram divididas em 2 grupos de 10, onde em um grupo o sistema adesivo One Step, de frasco único, foi levado ao interior do canal com pincéis pêlo fornecidos pelo fabricante, e em outro levado com auxílio desses pincéis especiais (microbrush). Após a fotopolimerização dos sistemas adesivos, uma camada de cimento resinoso Dual Link foi levada ao interior dos condutos, e fotopolimerizado, como recomendado pelo fabricante. As amostras foram processadas para visualização em microscópio eletrônico de varredura, onde foram analisadas a interdifusão da

resina através da dentina, *tags* de resina e formação de ramos laterais de resina. Em algumas regiões a utilização do microbrush facilitou a difusão da resina através da dentina e a formação de *tags*, como na região mais apical do conduto, além disso, algumas amostras do grupo onde o pincel comum foi utilizado demonstraram menor uniformidade de *tags*. Com isso os autores concluíram que o microbrush pode ser utilizado clinicamente para cimentação de pinos intra-radicular, uma vez que quando os mesmos são utilizados cria-se uma camada uniforme de adesão entre as paredes dentinárias e o sistema adesivo ao longo de toda a extensão radicular, e não só em algumas áreas como nos casos onde são utilizados pincéis comuns.

Segundo Lertchirakarn; Palamara; Messer (2003), a fratura vertical de raízes é um problema na odontologia, já que na grande maioria dos casos leva a um pobre prognóstico. Estas fraturas parecem ser originadas a partir do interior do canal, principalmente em casos onde são cimentados pinos em condutos tratados endodonticamente. Iniciam-se em uma região bucolingual do dente, atravessando camadas mais finas de dentina. Os autores investigaram, através de uma análise de elemento finito, a distribuição do estresse gerado em raízes de incisivos superiores e inferiores pela aplicação de forças no interior destes condutos. Os resultados mostraram que um estresse circunferencial concentrou-se nas paredes internas linguais e bucais dos respectivos condutos, correspondendo a áreas onde há maior curvatura nas paredes do canal, o que levou os autores a concluir que a curvatura das paredes do canal é o principal fator na concentração de estresse e daí os padrões de fratura.

### 2.1.2 Utilização de materiais e pinos fibroresinosos

Duret; Reynaud; Duret (1990) introduziram os pinos de fibras de carbono Comsipost (RTD, Meylan, France) como uma forma de obtenção de um bloco único dente-restauração, com a finalidade de diminuir a probabilidade da ocorrência de fraturas radiculares de dentes tratados endodonticamente, já que o módulo de elasticidade destes pinos (21GPa) assemelha-se ao da dentina (18GPa). Originalmente denominado Comsipost, este material é composto de fibras de carbono em matriz de resina epóxica, com as fibras sendo 64% em peso do material. Entre as vantagens da utilização destes pinos, os autores citaram: biocompatibilidade, alta resistência à corrosão e fadiga; propriedades mecânicas semelhantes às do dente; facilidade de remoção quando necessário e união adesiva, tanto ao compósito coronário quanto à dentina radicular.

Um material à base de fibras de polietileno entrelaçadas, comercializado em forma de fitas com o nome de Ribbond, foi analisado por Miller (1993), sob diversos casos clínicos. Este material foi inicialmente indicado para esplintagens periodontais e retenções ortodônticas, porém sugeria alguns usos alternativos, como: núcleos de preenchimento; próteses adesivas diretas ou indiretas; reforço de próteses provisórias; infra-estrutura de onlays, coroas e próteses parciais fixas de resina composta; reforço de dentes fraturados; reparos de cantilever fraturado de próteses implanto-suportadas e reparos de próteses removíveis e aparelhos ortodônticos removíveis. O autor comentou que as principais propriedades físicas, que davam ao material excelentes indicações de uso, foram: alto módulo de elasticidade, alta resistência à tração, baixa sorção de água (em torno de 1%). As vantagens em utilizar esse material seriam: união química à resina composta ou acrílica; alta maleabilidade; coloração esbranquiçada; facilmente mascarada pela resina; estrutura

entrelaçada, o que fornece um reforço multidirecional da resina, além de manter a integridade estrutural, já que impede seu desfiamento. A superfície dessa fita é quimicamente reativa, o que a torna “parte” da resina restauradora, impedindo o toque de dedos desprotegidos, já que isso contamina e impede uma adesão superficial do material à resina. Este processo de ativação da superfície é toda realizada pelo fornecedor. A fita possui uma certa flexibilidade, o que permite uma dissipação do estresse das forças presentes na cavidade oral, aumentando desta forma, a resistência à fratura das restaurações.

Hornbrook e Hastings (1995) avaliaram clinicamente a utilização de materiais a base de fibras de polietileno (Ribbond) em condutos radiculares tratados endodonticamente, sob forma de núcleos intra-radiculares, durante 12 meses, através de 24 casos clínicos realizados. Houve um sucesso de 100% dos casos, sem nenhuma falha clínica, mesmo naqueles dentes que tinham severa destruição radicular, e que tinham os condutos excessivamente aumentados. Os autores afirmaram ainda, que em condutos alargados são contra-indicados núcleos metálicos fundidos (efeito de cunha) e pinos pré-fabricados, devido a uma adaptação inadequada e excessiva camada de cimento.

Rovatti; Mason; Dallari (1998) demonstraram a utilização de pinos à base de fibras mais estéticos que os de carbono originais: o Aestheti-Post, com fibras de carbono recobertas por fibras de quartzo, consideradas mais estéticas, dispostas longitudinalmente no pino e o Aestheti-Plus, um pino totalmente composto por fibras de quartzo em matriz resinosa. A resistência à flexão dos pinos estéticos (de 1200 a 1500Mpa), embora inferior à do Composipost (1900MPa), é suficiente para os requisitos clínicos. A resistência à tração lateral é levemente menor para os pinos estéticos (de 50 a 60MPa) que para o Composipost (de 65 a 95MPa), porém isso facilita a remoção dos pinos para retratamento endodôntico, pois as brocas penetram facilmente entre as fibras. A resistência à tração longitudinal para os pinos

estéticos é de 280MPa. No teste de resistência à fadiga, estes pinos ultrapassaram cinco milhões de ciclos sem fratura. A carga necessária para fratura é adequada do ponto de vista clínico para o Aestheti-Plus (92,65kgf/mm<sup>2</sup>) e para o Aestheti-Post (98,5765kgf/mm<sup>2</sup>). Testes com o Aestheti-Plus revelaram excelente resistência à descimentação (28,83MPa), maior que a do Composipost (27,12MPa), mostrando adequada adesão das fibras estéticas minerais ao cimento resinoso. Os módulos de elasticidade do Aestheti-Post (55GPa) e do Aestheti-Plus (44GPa) são muito favoráveis para a dissipação do estresse quando comparados à qualquer pino metálico.

Glazer (2000) avaliou clinicamente o comportamento de pinos de fibras de carbono (Composipost e EndoPost) que foram cimentados em 52 dentes, sendo 71,2% em dentes inferiores e 28,8% em dentes superiores (30,8% incisivos, 25% caninos e 44,2% pré-molares). Todos os dentes restaurados tinham menos de 50% da estrutura coronária remanescente. Coroas unitárias foram 51,9% das amostras, enquanto que os demais 48,1% foi constituída por retentores de próteses fixas parciais. Tanto o cimento resinoso utilizado para cimentação quanto a resina composta utilizada para confecção dos núcleos eram materiais dual. Coroas metalo-cerâmicas foram cimentadas sobre os núcleos, e foi realizado um acompanhamento clínico entre 6,7 e 45,4 meses, sendo uma média de 28 meses. A taxa de sobrevivência foi de 89,6%. Somente um retentor de prótese fixa e três coroas apresentaram falhas. Destas falhas, duas foram biológicas, apresentando patologias periapicais e duas mecânicas, sendo um deslocamento de coroa e um deslocamento de núcleo, sendo que nenhuma delas comprometeu o remanescente dentário. O autor concluiu que os pinos de fibra de carbono podem ser utilizados, estendo sua utilização associada a um grande padrão de sucesso.

Freilich et al. (2000) relataram que compósitos odontológicos reforçados com fibras são formados por pelo menos dois componentes: 1) componentes de reforço, onde geralmente

utilizam-se fibras, podendo ser de vidro, polietileno ou carbono, responsáveis pelo fornecimento de resistência e rigidez; 2) matriz resinosa ou polimérica, que promovem sustentação ao reforço e fornece ao material características de manipulação adequada. As fibras podem estar arrançadas de maneira unidirecional (longas, contínuas e paralelas), trançadas ou entrelaçadas. Compósitos reforçados por fibras são materiais anisotrópicos, ou seja, reagem de forma diferente de acordo com a direção da carga. Suas propriedades são melhores quando as fibras estão organizadas paralelamente com a direção do estresse mais alto recebido pela estrutura. Um alto volume de fibras fornece um módulo de elasticidade suficientemente elevado ao material, tornando-o capaz de suportar cargas aplicadas sobre os mesmos, porém um excessivo volume dessas fibras pode impedir uma adequada impregnação completa pela resina. A quantidade sugerida pelos autores parece ser pouco menor que 50% do volume total do material. Os pinos intra-radulares confeccionados com fibras podem ser pré-fabricados em fibras de carbono (como exemplos: C-Post, U.M. C-Post, Aestheti-Post) ou em fibras de vidro (FibreKor Post) e ainda executados diretamente sobre o remanescente dentário com fibras não impregnadas de polietileno (Ribbond, Connect) ou de fibra de vidro (GlasSpan).

Felippe et al. (2001) relataram sobre o emprego de fibras de reforço em odontologia, atribuindo a estes materiais uma alta resistência quando agrupadas em forma de fitas ou cordões. O objetivo da utilização de fibras em materiais odontológicos é reforçar grandes volumes de resina (sendo composta ou acrílica), polímero e cerômero. As fibras também auxiliam a distribuir e dissipar as forças na estrutura à qual foram incorporadas, diminuindo e homogeneizando o estresse. As fibras mais utilizadas são as de vidro, polietileno, cerâmica e carbono.

Stewardson (2001) descreveu sobre as principais vantagens da utilização de pinos não-metálicos em dentes tratados endodonticamente, que seriam: 1) reduzido número de fraturas radiculares quando comparados com núcleos metálicos fundidos, sendo que as fraturas são mais favoráveis (reversíveis) quando ocorrem; 2) melhor estética; 3) fácil remoção, já que existem, inclusive, *kits* de remoção para vários sistemas; 4) maior biocompatibilidade (ausência de corrosão, galvanismo e citotoxicidade); 5) formação de um bloco biomecânico único formado pela adesão com a estrutura dentária, agente cimentante e pino, de maneira reforçar a raiz debilitada. Estes pinos podem ser classificados, por sugestão do autor, em pinos de materiais compósitos e pinos cerâmicos. Os compósitos funcionariam em harmonia com o dente, uma vez que existe uma similaridade de seu módulo de elasticidade com o da dentina, o que pode minimizar fraturas radiculares, e estes pinos podem classificar-se em: 1) pinos de fibras de carbono (Composipost, Endopost, Carbonite, MirafitCarbon); 2) pinos de fibras de vidro, geralmente quartzo ou sílica-zircônia em matriz resinosa (Aestheti-Post, Aestheti-Plus, SnowPost, Para-Post Fiber White, Glassix, Miraft White, FibreKor, Style-Post), com propriedades similares às dos pinos de fibras de carbono, porém com estética melhoradas; 3) pinos fototransmissores (LightPost, Luscent Anchors), compostos por pinos de fibras de vidro translúcidas, visando a reconstrução de raízes com condutos excessivamente alargados e facilitar a polimerização de cimentos dual ou fotopolimerizáveis; 4) pinos de fibras de polietileno entrelaçadas (Ribbond).

#### 2.1.2.1 Comparação de pinos fibroresinosos a outros tipos de pinos

Duret; Duret; Reynaud (1996) analisaram o efeito do módulo de elasticidade na transmissão da força para a dentina que envolve o pino. Foram utilizados três tipos de pinos pré-fabricados, apresentando formas idênticas e matérias-primas diferentes, que foram

cimentados em incisivos centrais superiores. Estes pinos apresentam módulos de elasticidade diferentes, por serem constituídos de materiais diferentes, são eles: níquel-cromo (módulo de elasticidade de 210Gpa), titânio (módulo de elasticidade de 110Gpa) e pino de fibra de carbono (módulo de elasticidade de 8GPa). Uma força de 1N foi aplicada na borda incisal do dente, perpendicular ao longo eixo do dente e do pino. Concluíram que o pino ideal deveria apresentar módulo de elasticidade próximo ao da dentina. Além deste, também realizaram testes laboratoriais comparando diferentes pinos (fibras de carbono e metálicos), chegando à conclusão que pinos de fibras de carbono são capazes de resistir melhor à fadiga, aumentando a resistência à fratura de restaurações realizadas com este tipo de material, que, além disso, possui um módulo de elasticidade próximo ao da dentina.

Mannocci et al. (1998) demonstraram um estudo clínico de 3 anos sobre padrões de falhas e taxas de sucesso de núcleos metálicos fundidos e pinos de fibra de carbono, onde foram cimentados clinicamente um total de 226 fibras de carbono e 194 núcleos metálicos fundidos. Somente um caso de descimentação de pinos de fibra foi computado, e nenhuma fratura de raiz, de pino, ou ambos, ocorreu quando esse material foi utilizado. Com os núcleos metálicos fundidos houve fraturas de raiz (10). Estatisticamente houve diferença entre os grupos, chegando a conclusão de que a utilização de pinos de fibra de carbono em combinação com um núcleo coronário realizado com resina composta praticamente eliminou os riscos de fraturas verticais de raiz, proporcionando melhor prognóstico ao elemento dental assim restaurado.

Goldberg et al. (1998) compararam o comportamento de pinos de fibra de vidro FibreKor (produto pré-impregnado) frente a três tipos de fibras comerciais não-impregnadas: Ribbond, Connect e GlasSpan. Foram avaliados: módulo de elasticidade, resistência à flexão até o limite elástico e resistência à flexão máxima, além do conteúdo de fibras na matriz

resinosa. Os resultados mostraram melhores desempenhos para FibreKor (fibra de vidro com arquitetura unidirecional), que apresentou: conteúdo de fibras (volume) de 42,5%; 471MPa de resistência à flexão até o limite elástico; 539MPa de resistência à flexão máxima; 28,3GPa de módulo de elasticidade.

Heydecke e Peters (2002), mediante uma revisão de literatura, compararam o comportamento clínico e laboratorial de núcleos metálicos fundidos com os de pinos pré-fabricados (metálicos ou de fibras de carbono). Uma seleção inicial contendo 1773 artigos foram submetidos a critérios de inclusão. Em estudos laboratoriais, os critérios foram: dentes uniradiculares, restauração final com coroas totais e aplicação da carga em ângulos entre 130° e 135°; para estudos clínicos foram: período de acompanhamento de pelo menos 3 anos, dentes anteriores, restauração final com coroas totais, descrição dos sistemas testados e informações sobre sobrevivência ou sucesso do estudo. Foram selecionados, a partir daí, 10 artigos laboratoriais e 6 clínicos. A comparação da resistência à fratura nos estudos laboratoriais não revelou diferenças significantes entre núcleos fundidos e núcleos de preenchimento. Por falta de dados, uma análise global de sobrevivência não foi possível em estudos clínicos. A sobrevivência para núcleos metálicos fundidos em dois estudos variou entre 87,2% e 88,1% e em um outro estudo alcançou 86,4% de sobrevivência após 72 meses. Uma meta-análise dos dados de estudos laboratoriais não encontrou diferenças no padrão de fratura entre as duas formas de tratamento, onde a maioria das fraturas ocorreu no terço médio ou apical da raiz. Somente onde pinos de fibras de carbono foram utilizados a fratura ocorreu acima do suporte acrílico, que simula o suporte ósseo, o que torna a fratura restaurável. Os autores observaram, ainda, que os resultados dos tratamentos são comparáveis, e que restaurações diretas reduziram tempo e custos para o paciente; e sugeriram a condução de maior quantidade de estudos clínicos acompanhando estes tipos de núcleos, por serem escassos na literatura.

### 2.1.3 Restauração de dentes despoldados com raízes debilitadas

Lui (1987) demonstrou uma técnica utilizada com a intenção de reforçar internamente raízes debilitadas, utilizando preenchimento interno da raiz com resina composta. A técnica consistia dos seguintes passos: após a realização do tratamento endodôntico, a porção coronária sem suporte foi eliminada, preocupando-se apenas em manter 1mm de altura acima da margem gengival para permitir término supragengival do preparo a ser realizado. O conduto foi preparado com brocas de tamanhos compatíveis à largura remanescente, e a adaptação do pino foi verificada utilizando-se um pino também com diâmetro compatível ao da broca utilizada para o preparo. Nas paredes mais espessas, pequenos sulcos poderiam ser realizados, com a finalidade de aumentar a retenção do material de reforço, neste caso, a resina composta. Após o condicionamento ácido com ácido fosfórico convencional e aplicação do sistema adesivo, o pino previamente lubrificado com vaselina foi inserido no conduto e em torno dele “injetado” e condensada a resina composta, dando preferência às resinas radiopacas, que após terem sua fotopolimerização realizada possibilitavam a remoção do pino, deixando no conduto espaço para o núcleo. O preparo do conduto foi então terminado com brocas diamantadas, dando uma conformidade elíptica à região cervical deste preparo (entre 2 e 3mm de profundidade), o que evitava uma rotação do núcleo durante ou posteriormente à sua cimentação. Esta técnica sugerida pelo autor permitiria a adequação de um conduto previamente enfraquecido a receber e suportar um núcleo metálico fundido, evitando fraturas dessas raízes durante funções mastigatórias, principalmente.

Lui (1994) descreveu uma técnica que possibilitaria o reforço de raízes com condutos extremamente alargados. A técnica consistia no preenchimento do conduto com resina composta fotopolimerizável, que para melhor serem polimerizadas foi utilizado um pino

plástico, fototransmissor, denominado Luminex, que além de proporcionar uma melhor polimerização da resina composta, também fornecia um conduto com conformação precisa, ao qual se adaptariam outros pinos pré-fabricados, também do sistema Luminex, com tamanho e forma compatíveis. Estes pinos podem ser de aço inoxidável, titânio, ouro, ou até mesmo calcináveis, para fundição do pino. O autor definiu a técnica como sendo uma maneira de preservar raízes que de outra forma estariam indicadas para a extração.

Saupe; Gluskin; Radke (1996) examinaram uma possibilidade de reforçar raízes comprometidas com resina composta, restaurando internamente as paredes radiculares destruídas. Foram utilizados 40 incisivos centrais superiores tratados endodonticamente e com coroas removidas (de 1 a 2mm acima da junção cimento-esmalte), divididos em 4 grupos, onde: Grupo 1 – raiz sem reforço e núcleo metálico fundido em ouro tipo III (sem férula); Grupo 2 – raiz sem reforço e núcleo metálico fundido (com férula); Grupo 3 – raiz com reforço e núcleo metálico fundido (sem férula); Grupo 4 – raiz com reforço e núcleo metálico fundido (com férula). O desgaste da estrutura interna das raízes foi executado até 8mm de profundidade no conduto, e procurando manter uma espessura de paredes radiculares de 0,5 a 0,75mm. Pinos transmissores Luminex foram utilizados para auxiliar a polimerização da resina composta. Cargas compressivas foram aplicadas na superfície lingual dos núcleos à velocidade de 2mm/min. Os grupos reforçados foram 50% mais resistentes à fratura que os grupos sem reforço. Nos grupos reforçados não houve diferença significativa na resistência entre núcleos com ou sem férula.

Montenegro (1998) descreveu algumas propriedades das fibras utilizadas para confecção de núcleos, enfatizando que a principal indicação de retentores não-metálicos está em raízes com canal muito amplo ou comprometido por cárie, onde as paredes encontram-se enfraquecidas.

Batista e Lopes (1999) afirmaram que dentes com rizogênese incompleta e tratamento endodôntico são mais frágeis e predispostos à fratura, por possuírem um conduto mais amplo, tornando as paredes de dentina radicular mais finas.

Lui (2001) demonstrou um caso clínico onde sugeriu a possibilidade de uma aplicação adicional de compósitos, reforçando internamente dentes com condutos radiculares amplamente alargados. Uma colagem de fragmento, proveniente de uma fratura ocorrida no próprio elemento dental, foi realizada em conjunto com o reforço da raiz enfraquecida, cimentação de pino fibroresinoso intra-radicularmente e confecção de uma coroa total sobre núcleo de resina composta.

## 2.2 TESTES DE RESISTÊNCIA À FRATURA UTILIZANDO DENTES EXTRAÍDOS E PINOS INTRA-RADICULARES

Os testes de resistência à fratura geralmente comparam materiais, técnicas, ou ambos, utilizadas para restauração de dentes despolpados. Para melhor entendimento, este item será dividido de acordo com o objetivo de cada estudo descrito, sempre utilizando testes de resistência à fratura.

### 2.2.1 Resistência à fratura - Comparação entre técnicas

Trabert; Caputo; Abou-Rass (1978) investigaram a resistência à fratura de incisivos centrais em 3 situações diferentes, divididos em 3 grupos experimentais, como descrito a seguir: Grupo 1 - dentes sem tratamento endodôntico (grupo controle); Grupo 2 - dentes com tratamento endodôntico realizado e sem instalação de pinos e Grupo 3 - dentes com tratamento endodôntico e instalação de pino de aço inoxidável com paredes paralelas e serrilhadas (Para-Post). Em cada um dos grupos, foram testados dentes com comprimentos de raízes diferentes: 11mm, 13mm e 15mm. Os grupos 2 e 3 receberam preparos com diâmetros diferentes: 1,4mm e 1,8mm, e somente no grupo 3, foram cimentados pinos de tamanhos diferentes, sendo eles de 1,2mm e 1,7mm. Não houve diferença estatisticamente significativa entre dentes não tratados e dentes tratados endodonticamente, e nem entre o preparo endodôntico com os dois diâmetros diferentes. A resistência à fratura foi maior quando utilizados pinos de menor diâmetro e raízes de maior comprimento.

Guzy e Nicholls (1979) observaram que dentes despolpados pareciam ser mais friáveis que os dentes íntegros. Como objetivo do estudo, os autores compararam a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com e sem pinos cimentados, alegando que as recomendações ditadas na literatura quanto à utilização de pinos e núcleos como manobras para aumentar a resistência dos dentes despolpados eram sem bases científicas, e almejando que esse estudo determinasse se os pinos realmente reforçavam as raízes de dentes tratados endodonticamente. Foram utilizados 59 dentes anteriores, sendo incisivos centrais superiores e caninos inferiores, e foram divididos em 4 grupos: caninos com e sem instalação de pinos, e incisivos centrais com e sem instalação de pinos pré-fabricados (Endo-Post cimentados com fosfato de zinco). Os pinos foram inseridos no conduto após a remoção da obturação do

conduto, preservando-se 5mm da obturação apical. Os pinos tinham 1mm de sua porção aquém o acesso endodôntico removidos, e sobre os mesmos foram realizadas restaurações com silicato. Cargas compressivas foram aplicadas sobre os dentes fixados em resina acrílica, sendo que foi aplicada uma silicona de condensação sobre a raiz como simulação do ligamento periodontal, em uma máquina de ensaios universal a um ângulo de  $130^{\circ}$  em relação ao seu longo eixo, à velocidade de 50mm/min. Não houve diferenças estatísticas entre nenhum grupo, tanto na resistência à fratura quanto no padrão de fratura, concluindo que os pinos não são capazes de reforçar as estruturas dentais remanescentes de dentes despolpados, deduzindo apenas que, como as falhas iniciaram-se na face vestibular ou lingual das raízes, e o pino recebe estresse mínimo (reforçando insignificamente a raiz sob cargas externas), quanto mais larga a extensão vestibulo-lingual da raiz, maior sua resistência à fratura.

Trope; Maltz; Tronstand (1985) compararam a resistência à fratura de 64 incisivos centrais superiores hígidos e de dimensões similares, que tiveram tratamento endodôntico realizado e foram restaurados de 8 formas diferentes. Após a abertura de acesso ser preparada com 2mm de profundidade e 2mm de largura na face palatina de cada dente, os mesmos foram separados aleatoriamente em 8 grupos, onde cada grupo seria restaurado de forma diferente, como descrito a seguir: grupo 1 – abertura de acesso totalmente preenchida com resina composta autopolimerizável; grupo 2 – abertura de acesso preenchida com resina composta após realização de condicionamento ácido; grupo 3 – conduto radicular desobturado até 10mm abaixo da junção cimento-esmalte e preenchimento da abertura e conduto com resina composta após condicionamento ácido; grupo 4 – preparo do conduto com brocas específicas Para-Post de 1,25mm de diâmetro até 10mm abaixo da junção cimento-esmalte, sendo que o conduto foi mantido vazio e a abertura de acesso preenchido com resina composta; grupo 5 – conduto preparado igualmente ao grupo 4, sendo que o conduto e a abertura de acesso preenchido com resina composta, sem condicionamento ácido; grupo 6 –

conduto preparado como nos grupos 4 e 5, condicionamento ácido do conduto e abertura de acesso, cimentação de pino de aço Para-Post, com 1,25mm de diâmetro, utilizando-se cimento de fosfato de zinco e preenchimento da abertura com resina composta; grupo 7 – conduto preparado como nos grupos 4,5 e 6, sendo que o conduto e a abertura foram preenchidos com resina composta após o condicionamento ácido; grupo 8 – conduto preparado como nos grupos 4, 5, 6 e 7, sendo realizado condicionamento ácido e cimentação de pino Para-Post com resina composta, também utilizada para preencher a abertura coronal de acesso endodôntico. Após a fixação destes dentes em anéis em cobre ao nível da junção cimento-esmalte, os mesmos foram posicionados em um ângulo de  $50^{\circ}$  em relação ao longo eixo de dente em uma máquina de ensaios universal para serem sujeitos a cargas compressivas até a fratura. O padrão de fratura entre os grupos foi o mesmo estatisticamente. Os grupos que apresentaram maiores resistência à fratura foram os grupos 1, 2 e 3, sem apresentarem diferenças estatísticas significantes entre si. O preparo do conduto para os grupos de 4 a 7 enfraqueceu significativamente os dentes. Quando o pino foi cimentado (grupos 5 e 8), independente do material cimentante utilizado, os valores foram significativamente mais altos que quando o conduto foi mantido vazio (grupo 4) ou preenchido com resina composta sem condicionamento ácido (grupo 5), mas significativamente mais baixos que nos dentes sem preparo do conduto (grupos 1 a 3). Quando o conduto preparado e a abertura de acesso endodôntico foram condicionados e preenchidos com resina composta (grupo 7), a resistência à fratura foi similar aos grupos 1, 2 e 3. Através da análise dos resultados, os autores indicaram a técnica utilizada para o grupo 7 como uma alternativa para restauração de dentes jovens tratados endodonticamente e que apresentam rizogênese incompleta, assim como em dentes com condutos largos e paredes radiculares finas. Concluíram que se deve evitar um preparo do conduto, utilizando os pinos somente quando houver necessidade de retenção para a restauração.

Tjan e Whang (1985) analisaram a relação entre a espessura da parede radicular vestibular e a resistência à fratura. Foram cimentados núcleos metálicos fundidos em 40 incisivos centrais superiores preparados de forma que a espessura de dentina radicular vestibular fosse de 1mm, 2mm, 3mm e 1mm com bisel de 60° para formação de colar metálico. As amostras foram submetidas à compressão horizontal em uma máquina de ensaios universal. Não houve diferenças estatisticamente significantes na resistência à fratura entre os grupos. Porém, houve diferenças entre os padrões de fratura: no grupo 1 houveram fraturas em todos as raízes, no grupo 2, 8 raízes foram fraturadas, e no grupo 3 somente 2 fraturaram, enquanto que no grupo 4 fraturaram 7 raízes, o que se pode demonstrar que a utilização do colar metálico não aumentou a resistência à fratura.

Sorensen e Engelman (1990) analisaram a relação entre o desenho de pinos e a adaptação dos mesmos aos condutos com a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Foram utilizados 40 incisivos centrais superiores, divididos em 4 grupos de 10 dentes. Estes dentes tiveram suas coroas removidas e seus condutos preparados com brocas Peeso nº 3. Nos grupos 1 a 3, os condutos foram preparados de forma afunilada, mantendo-se 1mm de espessura nas paredes mais próximas à região cervical da raiz. No outro grupo, o conduto não foi afunilado e a parede permaneceu com 2,5mm na porção cervical da raiz. Com a utilização de pinos Para-Post de paredes paralelas, foram fundidos núcleos com liga metálica. No grupo 1 somente o pino foi utilizado, sem reembasamento, de forma que após sua cimentação o mesmo encontrou-se envolto totalmente por uma grande quantidade de cimento, estando adaptado somente no terço apical. No grupo 2, o pino foi reembasado para que se obtivesse um núcleo perfeitamente adaptado ao conduto; e no grupo 3 apenas os 2mm mais apicais do pino foram reembasados, obtendo uma adaptação parcial do núcleo fundido ao conduto. No grupo 4, que não teve seu conduto afunilado, somente o pino foi utilizado, com máxima adaptação do mesmo ao conduto. Foram aplicadas cargas de compressão sob

coroas metálicas, cimentadas sobre os núcleos, à velocidade de 2,5mm/min, em um ângulo de 135° em relação ao longo eixo do remanescente dental. As forças necessárias para falhas das restaurações foram: grupo 1 – 22,48kgf; grupo 2 – 49,58kgf; grupo 3 – 29,47kgf e grupo 4 – 28,89kgf. O grupo 2 apresentou maiores valores para resistência à fratura, o que se comprovou estatisticamente, porém também foi significativamente maior a quantidade de fraturas radiculares extensas que clinicamente as levariam à extrações. Nos grupos 2 e 3 a maior parte das amostras fraturou, enquanto que nos grupos 1 e 4 a quantidade de fraturas radiculares foi menor (menos de 50%) além de envolver menos estrutura dentinária sadia. A quantidade de cimento, significativamente diferente, entre os grupos 1 e 4 não resultou em diferenças estatísticas nos dados obtidos pelos respectivos grupos.

Trope e Ray (1992) realizaram testes de resistência à fratura (cargas compressivas) em 48 dentes caninos inferiores tratados endodonticamente e obturados com cimento endodôntico de ionômero de vidro (Ketac Endo). Os dentes foram divididos em 4 grupos de 12 elementos: Grupo 1 – condutos instrumentados e obturados com cimento de ionômero de vidro; Grupo 2 – condutos não-instrumentados; Grupo 3 – condutos instrumentados, porém não-obturados; Grupo 4 – condutos instrumentados e obturados com cimento endodôntico convencional (cimento endodôntico de Roth). Concluíram que a instrumentação endodôntica enfraquece a raiz, e que a obturação realizada com cimento endodôntico de ionômero de vidro reforçou significativamente as raízes.

Hollis et al. (1998) compararam a resistência à fratura de dentes despulpados e restaurados com 6 sistemas diferentes para confecção dos pinos, núcleos, ou ambos. Dois grupos controle foram utilizados, sendo o primeiro formado por incisivos centrais superiores preparados para receberem coroas totais, mas não restaurados e um outro grupo formado por incisivos restaurados somente com resina composta dual, sem utilização de pinos. Os demais

grupos foram distribuídos de acordo com o pino utilizado, da seguinte forma: Grupo 1 – pino de fibra de carbono C-Post; Grupo 2 – pino de fibra de quartzo-carbono Aestheti-Post; Grupo 3 – pino de fibras de polietileno Ribbond (fita de 2mm de largura); Grupo 4 – pino de aço inoxidável Para-Post Plus; Grupo 5 – pino de titânio 99% puro Filpost; Grupo 6 – pino de liga de titânio Para-Post Plus. Após tratamento endodôntico realizado, as coroas dos dentes foram removidas e os mesmos fixados em blocos de resina acrílica, 2mm apicalmente à junção cimento-esmalte. Todos os pinos foram cortados com 13mm de comprimento e cimentados com cimento resinoso até uma profundidade de 9mm. A porção coronária foi confeccionada com resina composta dual, e tinha 5mm de altura. No grupo controle sem pino, a resina composta dual foi injetada ao conduto. Uma carga compressiva, com inclinação de 45° em relação ao longo eixo do pino, à velocidade de 1mm/min, foi aplicada sobre uma superfície horizontal preparada na face lingual do núcleo. Todos os núcleos exibiram resistência significativamente maior que aquela de resina composta sem pino, exceto o núcleo de Ribbond, que obteve uma resistência similar à da resina sem pino. Todos os grupos onde foram utilizados pinos exibiram estatisticamente a mesma ou levemente maior resistência que a do dente preparado sem pino, exceto o de Ribbond e a resina sem pino (mais fracos). Em ordem decrescente de resistência à fratura, os grupos comportaram-se com a seguinte seqüência: pino de aço inoxidável, pino de titânio puro, pino de fibra de carbono, pino de liga de titânio, pino cerâmico, pino de fibra de carbono com quartzo com igual valor para dente preparado sem pino, somente resina composta sem pino, núcleo de fibras de polietileno Ribbond e resina composta. Com a resina sem pino normalmente ocorria fratura de raiz e deslocamento da porção coronária. No pino de Ribbond, as reconstruções coronárias foram lentamente esmagadas, e nos demais pinos geralmente fraturaram. Com o pino de Ribbond não houve fraturas dentárias. Com pinos metálicos a média de fraturas radiculares foi de 47%, enquanto com pinos não metálicos esta foi de 33%, exceto para o Aestheti-Post (60% de

fratura dentária). Em um segundo teste, somente os pinos foram inseridos diretamente nos blocos acrílicos, sem utilização de dentes, sendo que cada grupo apresentava 15 espécimes, sem a utilização do grupo Ribbond. O primeiro grupo (controle) foi submetido somente à fratura de forma similar à descrita acima (primeiro teste), enquanto que o segundo foi submetido à fadiga antes da fratura; no terceiro, após a fadiga, os espécimes foram imersos em água a 37°C por 24h antes da fratura. Os ciclos de fadiga não afetaram nenhum dos pinos, mas após imersão em água os pinos cerâmicos, de fibras de carbono e de carbono-quartzo mostraram-se estatisticamente mais fracos que os demais. Concluíram que embora os pinos metálicos tenham apresentado maior resistência que os não-metálicos, todos os sistemas testados exibiram um desempenho satisfatório para necessidades clínicas. Os menores valores obtidos para o pino de Ribbond foram provavelmente porque foi testada a resistência à compressão, sendo que o reforço com fibras geralmente não aumenta significativamente a resistência à compressão, mas principalmente à tração. Clinicamente, porém, a resistência às forças de tração é considerada importante; e, além disso, este pino possui vantagens em condutos largos e assimétricos.

Fernandes e Dessai (2001) revisaram a literatura sobre os fatores que afetam a resistência à fratura de dentes reconstruídos com sistemas pinos-núcleos. Os resultados de tal estudo demonstraram que a maior parte da literatura revisada enfatizou a distribuição de estresse durante a inserção dos pinos e durante a função. Outros fatores, como comprimento e diâmetro do pino, quantidade de remanescente dentinário, matéria-prima do pino, adaptação do pino, forma do pino, cimento utilizado, material de preenchimento, forma do núcleo e da coroa sobre ele cimentada, biocompatibilidade do material do pino e experiência em restaurar dentes pelo dentista também podem influenciar a resistência à fratura em dentes reconstruídos. De todos os fatores enumerados pelos autores, a forma das coroas cimentadas, forças oclusais, e o tratamento realizado nos dentes interfere na longevidade dos dentes

restaurados. Segundo os autores, a literatura indica que: 1) a preservação da estrutura dental é o mais importante; 2) os pinos não devem ser utilizados com a intenção de reforçar o dente restaurado; 3) uma revisão das forças funcionais e parafuncionais devem ser realizadas antes de restaurar o dente, uma vez que isso pode influenciar no prognóstico; e 4) deve sempre haver uma avaliação periódica das restaurações realizadas.

### **2.2.2 Resistência à fratura – Comparação entre materiais**

Utilizando protótipos de um pino contendo fibras de carbono, King e Setchell (1990) avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com este sistema. Foram comparados 4 sistemas de núcleos diferentes cimentados em dentes anteriores, sendo eles incisivos centrais superiores e caninos superiores e inferiores. Dois grupos controle foram utilizados cimentando-se pinos Para-Post: grupo A – porção coronária fundida em ouro; grupo D – porção coronária em resina composta. Estes grupos foram comparados a outros dois: grupo B – pinos de fibras de carbono com a porção coronária fundida em ouro e grupo C – pinos de fibras de carbono com a porção coronária reconstruída com resina composta. Os grupos C e B foram cimentados com cimento resinoso, enquanto que para os demais foi utilizado cimento de fosfato de zinco. Todos os grupos receberam coroas metálicas fundidas, e as amostras passaram por teste de compressão em ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente. Os resultados analisados estatisticamente demonstraram que os pinos de fibras de carbono comportaram-se semelhantemente aos pinos metálicos, porém o modo de falha dos dentes restaurados com estes pinos de fibra foram mais favoráveis à reparos em relação ao sistema metálico.

Mannoci; Ferrari; Watson (1999) compararam a resistência à fratura entre dentes restaurados com pinos de fibras de carbono recobertas por fibras de quartzo (Aestheti-Post), pinos de fibras de quartzo (Aestheti-Plus) e pinos de dióxido de zircônia (Cerapost). Foram utilizados 40 pré-molares inferiores com tratamento endodôntico realizados, divididos em 4 grupos, sendo um deles um grupo controle sem pino. Foram removidos 8mm de material obturador e a porção coronária do núcleo foi confeccionada utilizando-se resina composta, cobertos com coroas de cerâmica pura Empress. Fixados posteriormente em blocos de resina acrílica, sofreram cargas intermitentes, com frequência de dois ciclos por segundo, em ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente. Foram observadas 6 fraturas de raiz no grupo de pinos de zircônia, enquanto que nos demais grupos onde foram utilizados pinos somente 1 fratura ocorreu em cada grupo. Todos os grupos mostraram taxa de sobrevivência maior que a do grupo controle, indicando ser necessário um suporte para o material de reconstrução coronal do núcleo. Os riscos de fratura foram diminuídos utilizando-se pinos de fibras, o que favorece à manutenção da raiz, já que as fraturas, nestes grupos, ocorreram em menor quantidade, e quando ocorreram localizavam-se na altura gengival, considerada reversível. Os autores enfatizaram que os pinos de fibras estéticas comportaram-se similarmente aos pinos de fibras de carbono.

Raygot; Chai; Jameson (2001) analisaram o modo de fratura inicial e as resistências à fratura de incisivos centrais superiores tratados endodonticamente e restaurados com núcleos metálicos fundidos, pinos pré-fabricados de aço inoxidável ou de fibras de carbono. Quando utilizaram pinos pré-fabricados, confeccionaram a porção coronária com resina composta autopolimerizável. Foram cimentadas coroas metálicas com fosfato de zinco sobre os núcleos de resina. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24h, e posteriormente submetidos à carga compressiva em ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente, à velocidade de 25,4mm/min. Ao primeiro sinal de fratura, a máquina foi cessada, o que,

segundo os autores, permitiu uma melhor análise do modo de fratura. Para detectar o modo inicial de falha, os dentes foram imersos em tinta preta por 12h e seccionados no sentido méso-distal. Os valores de resistência à fratura foram estatisticamente similares entre os 3 grupos de pinos testados, sendo de 38,13kgf para núcleos metálicos fundidos, 31,3kgf para pinos de fibras de carbono e 31,1kgf para pinos de aço inoxidável. Em todos os espécimes, houve falhas adesivas entre núcleo e estrutura dentária e na margem da coroa, bem como fratura dentária – em qualquer dos grupos, entre 70% e 80% dos dentes mostraram fraturas acima do nível ósseo simulado.

Akkayan e Gulmez (2002) compararam a resistência à fratura de um pino metálico a três pinos estéticos, além de realizarem uma análise dos padrões de fratura em todos os grupos. Quarenta caninos superiores tratados endodonticamente tiveram suas coroas removidas e os pinos foram cimentados com cimento resinoso. Os grupos foram diferenciados pela marca e tipo de pino utilizado: Grupo 1 – pinos de Titânio (Filpost); Grupo 2 – pinos de dióxido de zircônia (Cosmopost); Grupo 3 – pinos de fibra de Quartzo (D.T. Light Post) e Grupo 4 – pinos de fibras de vidro (Para-Post Fiber White). A porção coronária do núcleo foi confeccionada com resina composta e coroas metálicas foram cimentadas com ionômero de vidro sobre estes núcleos. Os dentes foram então fixados em blocos de resina acrílica e submetidos à compressão em máquinas de ensaios universal, em ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente e à velocidade de 1mm/min. O grupo em que pinos de fibra de quartzo foram cimentados nos condutos (grupo 3) apresentou o maior valor de resistência em relação aos demais grupos. Os grupos 2 e 4 apresentaram similitude estatística para suas respectivas resistências à fratura. Fraturas favoráveis, consideradas reversíveis, foram observadas em dentes restaurados com pinos de fibras de quartzo e fibras de vidro, enquanto fraturas irreversíveis foram encontradas nos grupos onde pinos de zircônia e titânio foram utilizados. Os autores sugeriram que o motivo pelo qual estes grupos apresentaram essa qualidade de

fratura relaciona-se ao fato desses pinos apresentarem um maior módulo de elasticidade que o da dentina, enquanto os outros pinos deste estudo possuem módulos de elasticidade bem próximos ao da dentina.

Ottl et al. (2002) avaliaram a resistência à fratura e modo de fratura de 7 sistemas de pinos intra-radulares, com diâmetros e comprimentos similares: Grupo A - um pino metálico contendo paládio (Perma-dor); Grupo B – pino metálico sem paládio (Perma-dor twin); Grupo C – pino metálico sem paládio (ER Platinum-iridium); Grupo D – pino metálico sem paládio (Endo-Core Pt-Ir); Grupo E – pino de zircônia (CeraPost); Grupo F – núcleos de preenchimento de óxido de alumínio obtido em sistema Celay cerâmico; Grupo G – pino de fibra de carbono (Composipost); Grupo H - pino metálico com porção coronária em cerâmica (Perma-dor e cerâmica SMH); Grupo I (controle) – sem pinos. As porções coronárias dos sistemas A, B, C e D foram construídas em liga metálica e para os Grupos E e G foram confeccionados núcleos de resina composta autopolimerizável. Raízes artificiais de resina composta foram confeccionadas, obtendo um modelo que simulava dentina radicular de incisivos centrais superiores, já que o módulo de elasticidade do material foi equivalente ao da dentina. Os pinos e as coroas foram cimentados com cimento resinoso. Posteriormente a um armazenamento em água por 24h, os espécimes receberam carga compressiva em ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente, à uma velocidade de 0,5mm/min até que houvesse fratura da amostra. O grupo em que pinos de fibras de carbono foram utilizados apresentou os maiores valores de resistência à fratura, sendo a média 31,8kgf, possivelmente devido ao módulo de elasticidade ser bastante similar ao da dentina. Pinos com ou sem paládio foram similares estatisticamente, já os pinos de cerâmica diferiram entre si, onde os núcleos com óxido de alumínio obtiveram valor médio de 30,6kgf e 19,7kgf para o grupo de pinos de zircônia. No grupo H (pino metálico com porção coronária em cerâmica) a resistência foi de 21,2kgf, e o grupo controle foi o que apresentou o menor valor médio de resistência (23,3kgf),

porém não apresentou diferenças estatísticas com os demais grupos com pinos. O modo de fratura não diferiu entre os grupos, sendo que geralmente a fratura oblíqua iniciava-se no terço médio radicular da face palatina, e caminhava em direção do terço apical oposto (vestibular).

### **2.2.3 Resistência à fratura – Comparação entre materiais e técnicas**

Sornkul e Stannard (1992) avaliaram a resistência à fratura vertical e lateral de pré-molares inferiores antes e após a realização de tratamentos endodôntico seguidos de tratamentos restauradores. Uma amostra contendo 140 pré-molares foi utilizada, dividida em 7 grupos, descritos a seguir: grupo 1 – os dentes não receberam tratamento endodôntico e nem restaurador, mas somente um preparo coronário. Nos outros grupos, as raízes foram endodonticamente tratadas, a porção interna das coroas foi alargada para obtenção de uma forma afunilada (abertura vestibulo-lingual de 3mm e méso-distal de 2mm) e um preparo para coroa total com 5mm de altura foi executado. No grupo 2, foi utilizada uma resina composta autopolimerizável para preenchimento coronário. No grupo 3, a mesma resina foi utilizada, porém com agente de união. No grupo 4, o conduto foi preparado até 10mm de profundidade com a broca n.o 4 do sistema Para-Post, contendo 1mm de diâmetro, e um pino deste mesmo sistema com tamanho semelhante foi cimentado ao conduto preparado utilizando-se resina composta e agente de união. Preparos semelhantes ao do grupo 4 foram realizados também nos grupos 5 e 6. No grupo 5 obteve-se um núcleo metálico fundido, que foi cimentado com fosfato zinco. No grupo 6, nenhum tratamento restaurador foi executado, para determinar a resistência do dente tratado endodonticamente e preparado para coroa total, mas não restaurado. No grupo 7, foram confeccionados coroas de resina composta autopolimerizável usando uma raiz preparada como molde, para determinar a resistência de

coroas totalmente reforçadas e a possibilidade da utilização de grandes quantidades de resina para reforçar raízes. As cargas compressivas foram aplicadas perpendicularmente à superfície oclusal, bem como as cargas de cisalhamento, utilizando para tal uma máquina de ensaios universal, sempre a 45° em relação ao longo eixo do dente. Os grupos com maior resistência foram os grupos 1 e 3. Quando cimentados pinos pré-fabricados com resina composta (grupo 4), a resistência do dente até mesmo diminuiu; a resistência do grupo 7 foi similar à do grupo 4, seguidos igualmente pelos grupos 2 e 5 (preenchimento com resina composta sem agente de união e núcleo metálico fundido, respectivamente). O grupo que apresentou os menores valores de resistência foi o dos dentes preparados sem qualquer restauração (grupo 6). Os autores concluíram que os fatores que auxiliaram a evitar fraturas foram: quantidade de estrutura dentária remanescente; resistência dos pinos e material de preenchimento coronário; e adesão entre dentina e material de preenchimento coronário.

Assif et al. (1993) examinaram o efeito do desenho de pinos intra-radulares na resistência à fratura de 41 pré-molares endodonticamente tratados e restaurados com coroas metálicas fundidas, divididos em 4 grupos: Grupo 1 – núcleos metálicos fundidos cônicos; Grupo 2 – pino cilíndrico Para-Post com porção coronária cônica; Grupo 3 – pino cilíndrico Para-Post com extremidade cônica e porção coronária fundida; Grupo 4 – raízes sem pinos e condutos preenchidos com ionômero de vidro. Sob a porção coronária do núcleo foram mantidos 2mm de estrutura dental, a fim de proporcionar efeito de férula, e forças compressivas foram aplicadas num ângulo de 30° ao longo eixo da raiz. O desenho dos núcleos não influenciou os valores de resistência à fratura, o que também não aconteceu em dentes com ou sem núcleos. Os autores sugeriram que uma coroa total com 2mm de férula distribuiria melhor as cargas para a raiz e para o núcleo, diminuindo as probabilidades de fraturas verticais, e que se a porção coronária está suficientemente preservada, não há

necessidade da utilização de pinos, visto que existe estrutura suficiente para prover retenção para o material restaurador.

Marchi (1997) avaliou a resistência à fratura de raízes estruturalmente comprometidas, e reconstruídas morfológicamente com sistema adesivo associado a pinos intra-radulares. Foram utilizados 76 raízes de incisivos centrais superiores ou caninos superiores, onde em metade das raízes foi executado um desgaste interno de dimensões padronizadas, para simulação de condutos amplos e conseqüente enfraquecimento das raízes, as demais foram mantidas intactas e hígidas. Ambos os grupos foram subdivididos igualmente para receber pinos metálicos Radix-Anker, que possuem 1,35mm de diâmetro, ou núcleos metálicos fundidos. Os condutos previamente ampliados foram preenchidos com resina composta. Foi aplicada uma carga de compressão em ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente, em uma máquina de ensaios universal, com velocidade de 05mm/min. Foram analisados três fatores em relação à resistência à fratura: volume da raiz, sendo que as maiores foram as que apresentaram maiores valores de resistência à fratura; condição da raiz (hígida ou comprometida), onde as hígidas apresentaram-se mais resistentes; tipo de pino (núcleo metálico fundido ou pré-fabricado), sendo que os pinos pré-fabricados comportaram-se melhor. Dentes com raízes grandes, hígidas e com pinos pré-fabricados apresentaram os maiores valores de resistência à fratura. O autor conclui que a espessura de tecido dentinário remanescente em torno do núcleo está diretamente relacionada à resistência à fratura da raiz e que a resina composta não recupera a resistência original de dentes com condutos ampliados, por qualquer razão.

Sidoli; King; Setchell (1997) compararam a resistência à fratura e padrão de fratura de pinos de fibra de carbono com outros sistemas de núcleos. A construção da porção do núcleo foi realizada utilizando-se resina composta autopolimerizável e para a cimentação foi

utilizado um cimento resinoso de baixa viscosidade. Foram utilizados 40 incisivos centrais ou caninos superiores divididos em 4 grupos de 10 dentes cada, onde em cada grupo foi utilizado um tipo de pino diferente, da seguinte maneira: Grupo 1 – pino de fibra de carbono Composipost; Grupo 2 – pino de aço inoxidável ParaPost com porção coronária de resina composta; Grupo 3 – núcleos metálicos fundidos em ouro tipo III e Grupo 4 – dentes tratados endodonticamente sem núcleo. O grupo no qual não foram utilizados núcleos foi significativamente mais resistente que os demais, o que se deduz que o preparo dos condutos causa enfraquecimento dos dentes. Os dentes restaurados com Composipost exibiram resistência inferior em relação aos demais sistemas, especialmente quando comparados com núcleos metálicos fundidos. Os autores afirmaram que isso ocorreu porque o pino de fibras de carbono não possui nenhum tipo de retenção mecânica para a resina da porção coronária. A carga necessária para fraturar o Composipost foi considerada inferior às forças mastigatórias normais, além do que seu potencial para flexão poderia levar à perda do cimento e microinfiltração. O que seria agravado se os dentes fossem utilizados como pilares para próteses fixas ou removíveis. Contudo, o Composipost apresentou os melhores resultados em relação ao modo de fratura (60% de fraturas foram consideradas favoráveis à preservação do remanescente dentário). Já os núcleos metálicos fundidos proporcionaram 100% de fraturas desfavoráveis e irreversíveis, atribuído ao seu alto módulo de elasticidade, que lhe proporciona baixa flexibilidade, desfavorecendo sua capacidade de absorver estresse.

Soares (1999) comparou a resistência à fratura de raízes híidas restauradas com núcleo metálico fundido com a resistência de raízes debilitadas que foram reconstruídas utilizando-se três sistemas restauradores adesivos. Foram utilizados 56 incisivos centrais e caninos superiores, divididos em 4 grupos, da seguinte forma: Grupo 1 – raiz híida restaurada com núcleo metálico fundido; Grupo 2 – raiz debilitada restaurada com resina composta fotopolimerizável Z100; Grupo 3 – raiz debilitada restaurada com cimento de

ionômero de vidro Vitremer; Grupo 4 – raiz debilitada restaurada com resina composta autopolimerizável Bisfil II. Remanescentes radiculares com 12mm de comprimento foram padronizados, removendo-se as coroas. Todos os condutos foram obturados, e um desgaste interno padronizado simulou enfraquecimento das raízes, mantendo uma espessura de 0,5mm das paredes radiculares no terço cervical. As raízes foram preenchidas internamente, utilizando-se pino fototransmissor Luminex para auxiliar na fotopolimerização. Uma profundidade de 8mm de comprimento e 1,5mm de diâmetro foram mantidas para confecção do núcleo metálico fundido. No grupo 1, considerado o grupo controle, utilizou-se um alargador n.º 4 do próprio kit Luminex para o preparo do conduto. As raízes foram fixadas em blocos de resina acrílica, e os núcleos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco. Depois dos dentes terem sido armazenados por 24h em água deionizada à temperatura ambiente, uma carga compressiva foi aplicada sobre a face palatina dos núcleos, em ângulo de 45° com o plano horizontal, utilizando-se uma máquina de ensaios universal. Os sistemas mais resistentes, em ordem decrescente, foram: grupos 1, 2, 4 e 3. Não houve diferenças estatísticas entre as resinas Z100 e BisFil II. O grupo reforçado por ionômero de vidro apresentou menores valores de resistência, apresentando, inclusive, diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos. Segundo o autor, nenhum dos três sistemas adesivos utilizados recuperou a resistência à fratura original da raiz. No grupo controle somente 78,6% das raízes fraturaram, enquanto que nos demais grupos todas as raízes fraturaram.

Comparando lâminas fibroresinosas a núcleos metálicos fundidos convencionais, Eskitascioglu; Belli; Kalkan (2002) realizaram um estudo laboratorial que testava estes sistemas de duas maneiras. Em um primeiro teste, analisaram a resistência à fratura de núcleos construídos através dos sistemas descritos, que se comportaram semelhantemente, não mostrando diferenças estatísticas em seus resultados. Já no segundo teste realizado, um

estudo morfológico comportamental, definido pelo teste de elemento finito, os núcleos fundidos apresentaram um maior acúmulo de estresse em seu interior, havendo uma menor transmissão de estresse para as estruturas de suporte e para o dente; já nos núcleos resinosos reforçados com lâminas fibroresinosas os resultados indicaram que o sistema transfere estresse para as estruturas dentais e de suporte, enquanto que o acúmulo de estresse no interior do sistema é menor, o que indica uma vantagem para a restauração, mas uma desvantagem para os tecidos de suporte, principalmente em casos onde o dente encontra-se em estágios mais avançados de perda de tecidos de suporte, devido, por exemplo, à doenças periodontais.

Pinos fibroresinosos FibreKor, Luscent Anchors e RibbondPosts foram cimentados em dentes com canais estreitos e largos, e comparados com um pino pré-fabricado de aço Para Post, de acordo com Newman et al. (2003). Cada marca de pino foi cimentada em canais estreitos e amplos, totalizando 8 grupos contendo 10 amostras cada. Para os canais estreitos, o espaço preparado para receber os pinos foi confeccionado com as brocas específicas correspondentes a cada pino, entre 1,5 e 2,0mm. Para os canais amplos, somente uma espessura bem fina de dentina foi preservada, simulando uma raiz enfraquecida, para tal, pontas diamantadas foram utilizadas. Os pinos FibreKor e Luscent Ancors, nos canais estreitos e amplos, foram cimentados com cimento resinoso autopolimerizável e resina flow, respectivamente, enquanto que os pinos Ribbond foram cimentados com resina flow fotopolimerizável tanto nos canais estreitos quanto nos largos. Uma coleção de 20 pinos Ribbond com porções coronárias de diferentes formas e tamanhos, referentes a pinos não-padronizados de Ribbond, também foram cimentadas e analisadas. As amostras receberam carga em uma máquina de testes universal, em velocidade de 0,05cm/min até que houvesse algum tipo de fratura. Os dados e os modos de fratura foram computados e analisados estatisticamente. Os resultados não revelaram diferenças estatísticas entre condutos estreitos e amplos nas cargas responsáveis pelas fraturas de todas as marcas de pinos, exceto para os

pinos Ribbond ( $p < .01$ ). Para os condutos estreitos, as cargas ficaram entre 4,55kg ( $\pm 1,49$ kg) (Ribbond padrão) e 12,9kg ( $\pm 1,64$ kg) (Luscent Anchors). Para os condutos ampliados, as cargas giraram entre 9,04kg ( $\pm 1,76$ kg) (FibreKor) e 12,87kg ( $\pm 2,69$ kg) (Luscent Anchors), igualmente a 12,87kg ( $\pm 3,54$ kg) (Ribbond padrão). Entretanto, o grupo controle ParaPost obteve os maiores valores, sendo eles  $18,33 \pm 3,27$ kg ( $P < .05$ ). Os grupos com porções coronárias não-padronizadas do Ribbond foram desconsideradas da análise estatística, por apresentarem formas diferentes dos demais grupos, e ter obtido valores com alto desvio-padrão (24,91kg ( $\pm 11,53$ kg) para canais estreitos e 31,95kg ( $\pm 11,98$ kg) para canais amplos). Nenhuma fratura de raiz ocorreu nos grupos experimentais. Os autores concluíram que a carga necessária para fraturar o grupo em que pinos de aço foram cimentados foi maior, em relação aos demais grupos contendo pinos fibroresinosos, demonstrando ser pinos mais resistentes à fratura.

Maccari; Conceição; Nunes (2003) avaliaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados por 3 pinos estéticos pré-fabricados fibroresinosos. Foram utilizados 30 incisivos centrais e caninos superiores com raízes contendo dimensões similares. As coroas foram removidas abaixo da junção amelocementária, de modo que as raízes apresentassem um comprimento de 17mm, e em seguida foram distribuídas aleatoriamente em 3 grupos de 10 elementos cada. Cada grupo recebeu um pino diferente, sendo eles: Aestheti-Post (Bisco, Schaumberg, Illinois); FibreKor Post (Jeneric/Pentron, Wallingford, Connecticut); e CosmoPost (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Cada canal foi preparado pela broca correspondente a cada marca de pino, incluso nos kits específicos de cada pino. Os pinos foram cimentados com sistema adesivo All-Bond 2 e cimento resinoso C&B, de acordo com as instruções do fabricante. Foi utilizada a resina composta Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) juntamente com uma matriz, para padronização dos núcleos. As amostras foram montadas em anéis metálicos, embebidas em resina, e mantidas em solução

salina à 4°C durante 24h. A resistência à fratura foi então determinada utilizando-se uma máquina universal de testes EMIC DL-2000, com velocidade de 0,5mm/min aplicada a 45° em relação ao longo eixo do dente, exatamente ao terço médio da coroa. Os dados foram analisados estatisticamente e os resultados demonstraram que a resistência à fratura do CosmoPost é insignificamente menor em relação aos outros pinos, além disso, o grupo restaurado com pinos CosmoPost foi acometido por 3 fraturas de pinos associadas à fraturas radiculares, enquanto que nos demais grupos, somente fraturas de núcleos ocorreram.

Hu et al. (2003) compararam a resistência à fratura e modo de fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com 4 sistemas diferentes de pinos e núcleos. Quarenta dentes foram divididos em 4 grupos. Os dentes de cada grupo receberam terapia endodôntica e um dos 4 tipos de sistemas pinos-núcleos: metálico fundido; pino pré-fabricado metálico + núcleo de resina composta; pino de fibra de carbono + núcleo de resina composta e pino cerâmico + núcleo de resina composta. Uma coroa metálica foi cimentada sobre os núcleos. Cada dente recebeu uma carga compressiva a 45° de seu longo eixo até que alguma falha fosse notada. As cargas responsáveis pelas fraturas foram comparadas estatisticamente, bem como os modos de fratura. Não houve diferença significativa entre as resistências à fratura dos grupos, porém foram detectadas mais fraturas catastróficas e irreversíveis no grupo restaurado com pinos cerâmicos e núcleo de resina composta. Os autores concluíram que as resistências à fratura destes 4 grupos de sistemas podem ser aceitos clinicamente, e que fraturas desfavoráveis foram observadas em todos os grupos.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Avaliar a influência do número de pinos fibroresinosos cimentados no interior de canais radiculares com paredes de dentina debilitadas, de acordo com:

- a) resistência à fratura frente a uma força externa;
- b) modo e posição da fratura frente a uma força externa.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

Após aprovação e autorização do experimento, devidamente legalizado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina, processo n.º 0210/03, deu-se início a obtenção dos dentes extraídos utilizados neste estudo.

Trinta incisivos centrais superiores foram utilizados. Os profissionais responsáveis pela doação dos dentes, provenientes das cidades de São Paulo (SP), Pirajú (SP), Itararé (SP) e Araraquara (SP), armazenaram os elementos dentais em água de torneira prontamente após suas respectivas extrações, permanecendo nos recipientes até o início da fase laboratorial. O procedimento de exodontia de tais dentes foram necessários devido ao comprometimento periodontal de cada elemento, sendo que todos os profissionais e pacientes doadores dos dentes utilizados nesta pesquisa tiveram conhecimento de tal, com devida autorização para a realização de testes laboratoriais.

Os incisivos foram limpos com curetas periodontais removendo-se toda e qualquer estrutura aderida às faces minerais externas ao elemento dental, como debris periodontais,

tártaro e pigmentos, seguido de uma profilaxia utilizando escovas tipo Robinson em baixa rotação, com pasta contendo uma mistura homogênea de pedra-pomes e água.

Somente dentes íntegros foram utilizados (FIG. 1), passando por uma análise criteriosa sob lupa, evidenciando presença de trincas, fendas, fissuras, ou ambos, sendo que dentes que apresentavam estes defeitos foram devidamente descartados.



Figura 1 – Incisivos centrais hígidos.

Para padronização das amostras, foram selecionados dentes com tamanhos bem próximos à semelhança. Para tal, os dentes foram medidos analisando comprimento total, comprimento da raiz e diâmetro cervical. Através de uma análise estatística, dentes com tamanhos diferentes foram eliminados.

Dentes com curvatura visível de raiz também foram eliminados, uma vez que a curvatura da raiz pode influenciar nos resultados, como descrito por Lertchirakan; Palamara; Messer (2003), que afirmaram que a curvatura das paredes do canal é o principal fator na concentração de estresse e daí os padrões de fratura.

Os dentes selecionados foram divididos aleatoriamente em 3 grupos contendo 10 elementos cada. Até que os dentes fossem submetidos aos demais procedimentos, os mesmos foram mantidos em recipientes contendo água de torneira, e assim ocorreu durante todo o tempo em que os dentes não foram submetidos a algum procedimento laboratorial.

## 4.2 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Selecionados os dentes, os mesmos foram tratados endodonticamente, sendo que a instrumentação mecânica foi realizada manualmente utilizando-se Kerr, sempre irrigada com soro fisiológico, até o diâmetro correspondente à lima de numeração 45. O processo de obturação foi realizado pela técnica de Max Spadden, utilizando-se cimento endodontico de óxido de zinco e eugenol e guta-perchas como material obturador.

### 4.3 INCLUSÃO DAS RAÍZES EM CILINDRO METÁLICO

Após a realização dos tratamentos endodônticos, os dentes tiveram suas coroas removidas à altura da junção esmalte-dentina vestibular e palatal. O instrumento utilizado para essa etapa foram discos flexíveis de aço inoxidável. As raízes foram incluídas em cilindros de aço de 1,5cm de largura e 4cm de comprimento, utilizando-se resina epóxica como preenchimento. Para tal, os dentes foram fixados em cera, cobrindo 2mm da área mais cervical da raiz, desta forma, após o endurecimento da resina epóxica e remoção da cera, a raiz deixava expostos os 2mm mais cervicais do seu comprimento total, enquanto as áreas aquém encontravam-se incluídas em resina (FIG. 2), isso simula a altura cervical da raiz que comumente não esta apoiada por estruturas ósseas. Todas as raízes foram incluídas com o longo eixo dos dentes mais paralelos possíveis à superfície externa destes cilindros. Após a inclusão do material epóxi no cilindro, o conjunto foi colocado em recipiente com água para a presa do epóxi.



Figura 2 – Raiz com 2mm expostos, embebida por resina epóxica.

#### 4.4 SIMULAÇÃO DE RAÍZES DEBILITADAS

O alargamento dos condutos foi realizado 24h após a inclusão dos remanescentes radiculares aos cilindros com resina epóxica, e foi realizado utilizando uma ponta diamantada tronco-cônica 4137 (KG Sorensen, Barueri, SP 06465, Brasil) (FIG. 3A), montada em peça reta, adaptando-se as pontas à baixa rotação (adaptador), e com o instrumento rotatório montado em deliniador bio-art B2 (bio-art Equipamentos Odontológicos Ltda. São Carlos, Brasil) (FIG. 3B), de forma que todos os condutos fossem preparados similarmente, paralelos ao longo eixo do dente. A forma da ponta fornecia uma conformidade ampla ao conduto, e era inserida intermitentemente até que toda a sua profundidade, de aproximadamente 8,0mm, penetrasse ao longo do conduto. Esta etapa tinha como principal finalidade o alargamento do canal radicular, simulando condições extremas de vazios desse conduto (FIG. 3C). A cada 4 dentes a ponta era trocada e renovada.

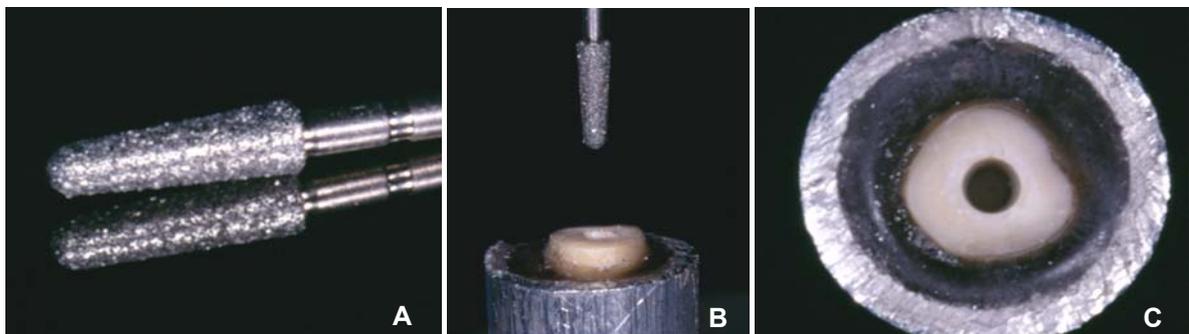


Figura 3 - A – ponta diamantada n° 4137; B – a mesma ponta adaptada em peça reta e montada em delineador, sobre raiz a ser preparada; C – conduto preparado (vista superior).

#### 4.5 CIMENTAÇÃO DOS PINOS

Antes da cimentação dos pinos propriamente dita, os condutos receberam a camada adesiva. Para tal, durante 15s foi aplicado um gel de ácido fosfórico a 37% no interior dos condutos, posteriormente eliminado, pelo mesmo tempo, com jatos de água. A secagem inicial do conduto foi realizada com um jato de ar distante aproximadamente 20cm da raiz, sendo que o excesso de umidade foi removido utilizando-se pontas de papel absorventes. Aplicou-se uma camada de adesivo de frasco único SingleBond (3M do Brasil Ltda. Produtos dentários, Sumaré – São Paulo) nas paredes internas destes condutos, utilizando-se pincéis especiais, sendo que os excessos foram removidos com pontas de papel absorventes, após 30s de descanso às paredes dentinárias.

A cimentação dos pinos (FIG. 4A) (Reforpost; Ângelus Produtos odontológicos; Londrina – Brasil), sempre contendo 1,1mm de diâmetro e 12mm de comprimento (8mm de porção intra-radicular + 4mm de porção coronária) previamente cortados com discos flexíveis de aço (FIG. 4B), aos condutos foi realizada diferentemente em cada grupo.

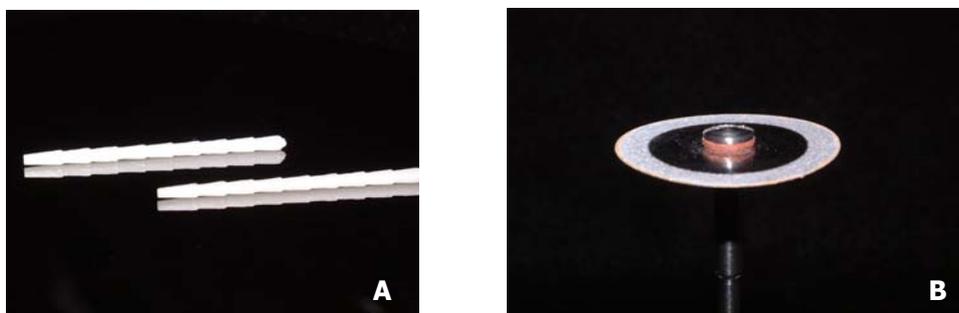


Figura 4 – A: Pinos Reforpost – Ângelus; B: Disco de Aço Flexível.

*Grupo 1 – Cimentação de apenas um pino fibroresinoso*

Após a aplicação do silano cerâmico durante 1min na área externa do pino, o mesmo foi levado com uma guia previamente confeccionada com material pesado de moldagem (silicona de adição), onde o pino atravessava seus 8mm iniciais de seu comprimento total por um conduto confeccionado em baixa rotação com fresas de Peeso nº 1 na guia (FIG. 5), este foi o comprimento total de cada pino a ser envolvido pelo cimento resinoso no interior do conduto. O conduto foi então preenchido com cimento resinoso dual Rely-X (3M do Brasil Ltda. Produtos dentários, Sumaré – São Paulo), utilizando-se pontas lentulo em baixa rotação, preenchendo o canal até aproximadamente 1mm na embocadura do canal. O conjunto guia-pino foi então levado à raiz. Com a guia apoiada sobre a raiz, somente 8mm do pino penetrava no conduto previamente preenchida com o cimento resinoso, a polimerização do cimento foi somente ativada por 10s, utilizando um aparelho fotopolimerizador 2000 (3M do Brasil Ltda. Produtos dentários, Sumaré – São Paulo).

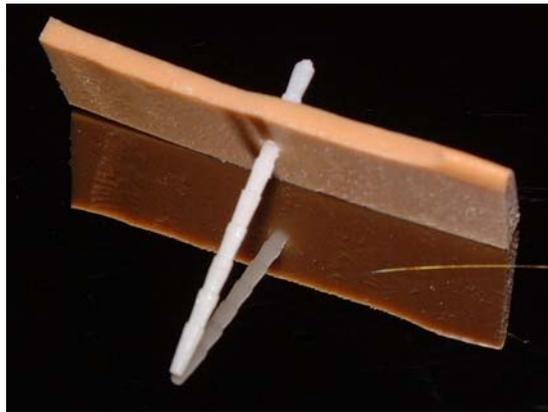


Figura 5 – Guia com apenas 1 pino.

### *Grupo 2 – Cimentação de dois pinos*

Os pinos, assim como no grupo 1, foram levados ao canal com a utilização de uma guia de silicona, porém, a guia deste grupo possuía dois orifícios ao invés de um, que distavam 2mm entre si, e foram confeccionados com as pontas Peeso convergendo para apical em cada orifício. Os pinos também foram colocados nestes orifícios expondo seus 8mm mais apicais, e tendo suas extremidades somente um contato, existia uma área entre os pinos, de forma a possibilitar o preenchimento de cimento entre os pinos (FIG. 6). Todos os demais procedimentos foram realizados como no grupo 1.

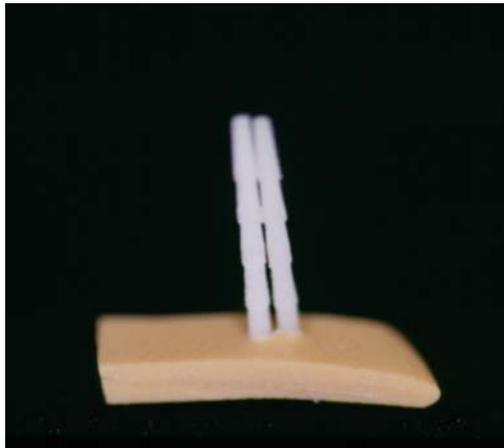


Figura 6 – Guia com dois pinos.

Desta forma a cimentação dos pinos nos dois primeiros grupos foi realizada de forma bastante criteriosa, e procurou-se, através das guias, uma colocação próxima à igualdade de todos os pinos dentro de um mesmo grupo, evitando, desta maneira, novas variáveis nos resultados. Esta guia também tinha como objetivo dar suporte ao pino, enquanto o material

cimentante tinha sua polimerização ativada por luz e subsequente autopolimerização, posto que tratava-se de um material de polimerização dupla (DUAL).

*Grupo 3 – Cimentação de um pino principal de dois acessórios*

Neste grupo não se utilizaram guias, somente a colocação de um pino principal (1,1mm) seguido pela colocação arbitre de 2 pinos acessórios envoltos ao principal, que foram colocados no conduto já previamente preenchido com cimento resinoso. Estes pinos apresentavam 0,7; 0,9 e 1,1mm em seus maiores diâmetros (FIG. 7), e foram distribuídos aleatoriamente de dois em dois, sem que dois pinos de mesmo diâmetro fossem utilizados juntos.



Figura 7 – Pinos acessórios de diâmetros diferentes.

#### 4.6 CONFECÇÃO DOS NÚCLEOS DE RESINA COMPOSTA

Em seguida deu-se início a confecção das porções coronárias no núcleo. Para tal, um dente natural (incisivo central superior) foi utilizado. Este dente teve sua coroa preparada com pontas diamantadas 2135 (KG Sorensen, Barueri, SP 06465, Brasil), simulando um preparo cônico, facilmente reproduzível em moldes, por encontrar-se bastante expulsivo. Este preparo foi moldado com uma resina acrílica, de coloração transparente, a fim de obter-se um modelo para confecção de todos os demais núcleos (FIG. 8).



Figura 8 – Dente preparado sendo moldado com resina acrílica.

Com o molde da porção coronária em mãos, todos os dentes utilizados neste estudo apresentavam formas semelhantes para os núcleos. Este molde foi utilizado da seguinte forma: na porção mais incisal do molde, foi realizado com uma broca de Peeso n.o 4, uma

abertura para que pudéssemos injetar através desta abertura o material de preenchimento do núcleo (FIG. 9A).

O molde de resina acrílica foi então levada em posição em todos os dentes, sendo previamente vaselinada internamente, e com utilização de uma “pistola” do Kit ParaCore (FIG. 9B) (Coltène-Whaledent), a resina composta reforçada por fibras ParaCore (Coltène-Whaledent) foi injetada no interior do molde, que após estar totalmente preenchido tinha sua polimerização ativada com um aparelho fotopolimerizador de luz halógena (3M do Brasil Ltda. Produtos dentários, Sumaré – São Paulo) durante 15s, como especificado pelo fabricante. O molde foi então removido, ficando todos os dentes com a forma dos núcleos semelhantes (FIG. 9C).



Figura 9 - A – Molde perfurado; B – Dispositivo responsável pela injeção da resina ao molde;  
C – Núcleo realizado (sem acabamento)

Depois de armazenados durante 24h em ambiente úmido os espécimes passaram por um acabamento simples de pequenos excessos existentes na resina coronária utilizando-se discos Sof-Lex (3M do Brasil Ltda. Produtos dentários, Sumaré – São Paulo) e levados então, aos testes de fratura propriamente ditos.

#### 4.7 TESTE DE RESISTÊNCIA À FRATURA

Montados em console específico, os núcleos foram fixados em uma angulação de 45° em relação ao seu longo eixo (FIG. 10A), e sobre a porção palatal da porção coronária do núcleo foi realizada a compressão dos corpos de prova com uma máquina de testes universal INSTRON 4444 (FIG. 10B), sob velocidade de 1mm/min, com célula de 2000N, até que fosse notado o modo de fratura do corpo, quando a máquina foi então paralisada.



Figura 10 – Teste de resistência à fratura: dente em inclinação de 45° montado em um dispositivo especial.

O modo de fratura foi classificado em 3 grupos: fratura de pino, núcleo (reversível e favorável - RF), ou ambos; fratura de estrutura dental, estando a mesma presente na porção

mais cervical (um terço cervical) da raiz (reversível e semifavorável, já que há perda de estrutura dental remanescente - RSF); ou fratura radicular, estando a mesma localizada além da porção cervical da estrutura radicular remanescente, considerada irreversível.

Optou-se em utilizar a força máxima gerada pela máquina (pico de força) como o momento de fratura do corpo, ou seja, o valor que seria posteriormente utilizado para comparação entre os grupos na resistência à fratura. Este valor foi dado em kgf.

Após a obtenção dos valores de resistência à fratura (pico de força) e da classificação dos modos de fratura, os dados foram submetidos à análise estatística para verificação de possíveis diferenças estatísticas entre os grupos (teste ANOVA), seguido do teste de Tukey, para agrupamento dos espécimes de comportamento estatisticamente semelhantes.

## 5 RESULTADOS

Após obtenção dos dados, em kgf, das resistências à fratura (compressão a 45° em relação ao longo eixo dente), os mesmos estão descritos na TAB. 1, sendo considerados os grupos da seguinte forma:

- a) grupo 1: Cimentação de apenas um pino fibroresinoso;
- b) grupo 2: Cimentação de dois pinos fibroresinosos;
- c) grupo 3: Cimentação de um pino principal e dois acessórios.

Tabela 1 – Resultados em kgf das resistências à fratura dos espécimes

<b>Amostras</b>	<b>Grupo I</b>	<b>Grupo II</b>	<b>Grupo III</b>
1	46,31	34,89	46,87
2	34,26	49,25	41,97
3	48	44,12	52,08
4	41,77	38,51	39,71
5	39,97	42,18	58,24
6	36,24	51	39,07
7	31,39	37,48	56,9
8	45,85	57,28	61,6
9	43,09	36,65	47,36
10	46,31	34,89	46,87

Os valores encontrados entre as amostras foram então, analisadas estatisticamente. Para tal, inicialmente uma tabela descritiva foi determinada (TAB. 2).

Tabela 2 - Estatísticas descritivas por grupos, em kgf.

<b>GRUPO</b>	<b>Total Amostra</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>CV<sup>(1)</sup></b>
1 (1 pino)	10	40,0	6,0	31,4	48,0	15,1%
2 (2 pinos)	10	43,9	7,3	34,9	57,3	16,6%
3 (+ de 2 pinos)	10	48,8	8,0	39,1	61,6	16,4%

<sup>(1)</sup> Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto o valor do desvio padrão (a dispersão) está afastado em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

Calculadas as médias correspondentes a cada grupo (informadas na tabela 2), uma análise visual das mesmas é possível em uma representação gráfica, comparando os grupos (GRAF. 1).

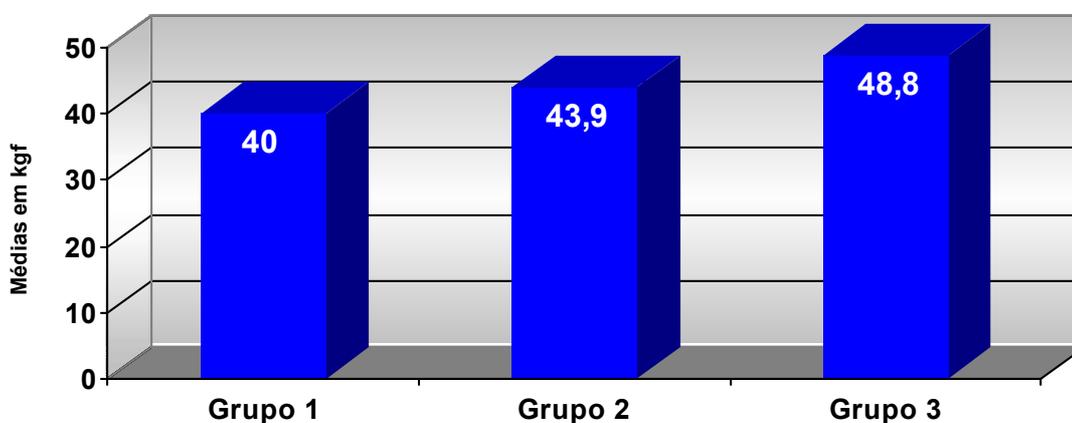


Gráfico 1 - Gráfico das médias, em kgf, para cada grupo observado

Segundo o GRAF. 1, fica evidente um valor médio maior no grupo 3, ou seja, o grupo onde foram cimentados um pino principal e mais dois acessórios, que apresentaram maiores valores de resistência à fratura, porém faz-se necessário uma análise estatística dos dados, para verificação real dessas diferenças.

Para verificação da existência de diferenças estatisticamente significantes entre os grupos foi utilizado o teste de ANOVA, e em seguida, o teste de TUKEY foi utilizado para agrupamento dos grupos com comportamento estatisticamente semelhantes.

Para o teste inicial de ANOVA, a hipótese a ser testada foi a seguinte:

- a)  $H_0$ : Não há diferença entre as médias dos grupos observados
- b)  $H_1$ : Existe diferença entre os grupos

Tabela 3 – Comparação entre os grupos estudados: ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value	resultado
Modelo	2	396,03	198,01	3,87	0,0333	Rejeita $H_0$
Erro	27	1381,32	51,16			
Total	29	1777,34				

O teste de ANOVA rejeita hipótese ( $p=0,0333$ ) de igualdade entre as forças médias observadas entre os grupos, ou seja, existe diferença estatística significativa entre as médias encontradas entre os grupos segundo a força de compressão (resistência à fratura).

Para agrupar os grupos que tiveram comportamentos estatisticamente semelhantes, utilizou-se o teste de TUKEY (teste de comparação múltipla) (TAB. 4)

Tabela 4 – Comparação múltipla de Tukey.

<b>Grupos</b>	<b>Média</b>
3 (+2 pinos)	48,8
2 (2 pinos)	43,9
1 (1 pino)	40,0

Para grupos ligados, não foi observada diferença estatística entre as médias.

Segundo o teste realizado, existe diferença entre os valores de resistência à fratura (forças de compressão) entre os grupos, sendo que a maior resistência foi encontrada nos grupos 2 e 3 (grupos que receberam respectivamente, 2 e mais de 2 (pinos), agrupando-os estatisticamente. A resistência com menor intensidade foi observada entre os grupos 1 e 2.

Comparando os grupos 1 e 3, foi observada diferença estatística significativa, onde os valores médios do grupo 3 são significativamente maiores em relação ao grupo 1.

A força média encontrada no grupo 2, tanto pode ser considerada como uma alta força de compressão (se comparado com o grupo 3), como pode ser considerado uma baixa força de compressão se comparado com o grupo 1.

Com respeito aos modos de fratura, os mesmos foram assim considerados:

- a) **RF** – Fratura de pino, núcleo de resina composta (reversível/favorável), ou ambos;

- b) **RSF** – Fratura do terço cervical radicular (reversível/semifavorável);
- c) **I** – Fratura dos dois terços apicais radicular (irreversível).

E descritos como na TAB. 5, sendo que cada amostra corresponde à mesma numeração da TAB. 1.

Tabela 5 – Modo de Fratura das Amostras

Amostras / Grupos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
1	RF	RF	RF
2	RF	RF	RF
3	RF	RF	RSF
4	RF	RF	RF
5	RF	RF	RF
6	RF	RF	RF
7	RF	RF	RF
8	RF	RF	RSF
9	RF	RF	RF
10	RF	RF	RF

O GRAF. 2 representa visualmente a frequência de cada tipo de fratura nos grupos estudados:

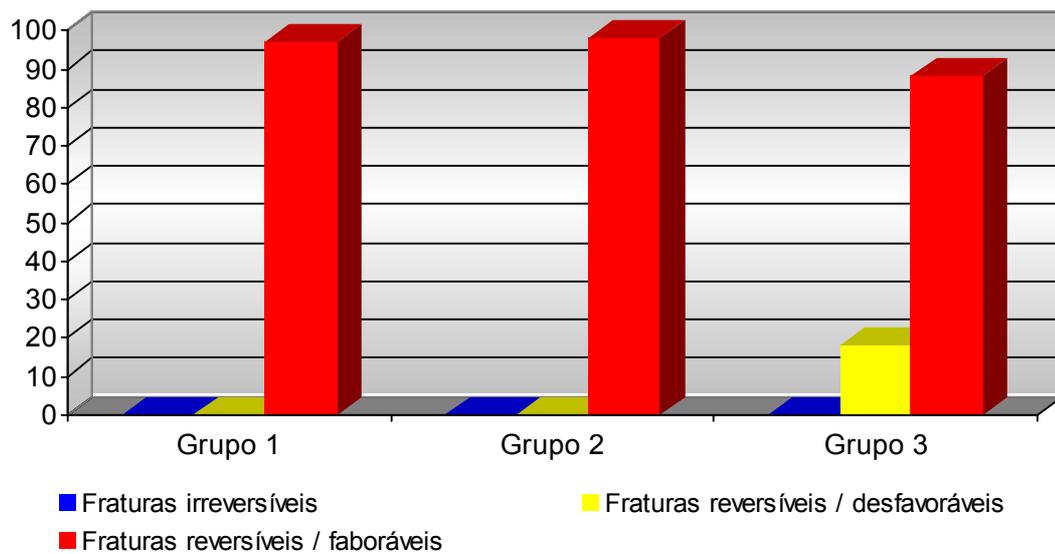


Gráfico 2 – Frequência (em %) de modos de fratura em cada grupo:

O teste utilizado para verificação de diferenças estatísticas neste caso foi o de proporção simples, onde leva-se em consideração a frequência de um determinado item. Dentro deste estudo, foi considerada a frequência do modo de fratura de pino, núcleo (RF), ou ambos, comparada aos demais tipos de fratura, uma vez que somente 2 fraturas de raiz cervical (RSF) ocorreram dentro de um único grupo (grupo 3). A TAB. 6 é descritiva, e nos serve como resultado, sendo que as hipóteses a serem testadas foram as seguintes:

- a)  $H_0$ : Não há diferença entre a proporção de ocorrência de fratura do tipo núcleo, entre os grupos considerados na pesquisa (existe igualdade entre os grupos);
- b)  $H_1$ : Existe diferença entre os grupos.

Tabela 6 - Comparação dos modos de fratura (Estatísticas descritivas dos grupos)

Grupo	Total Amostra	Característica observada: presença de fratura tipo núcleo	
		Presença de Falha pino/núcleo	Proporção (%)
1 (1 pino)	10	10	100,0
2 (2 pinos)	10	10	100,0
3 (+ de 2 pinos)	10	8	80,0

Dentro da TAB. 6, os grupos ligados significa não rejeição a hipótese de igualdade de proporções, ou seja, o comportamento dos grupos foram considerados semelhantes frente ao modo de fratura, desta maneira o teste de proporção para os dados observados quanto à presença de fratura do tipo núcleo, considerando os grupos na pesquisa, teve como resultado as seguintes estatísticas:

- a) comprando o grupo 1 (1 pino) e 2 (2 pinos) possuem a mesma proporção de falha do tipo pino, núcleo, ou ambos, assim eles não possuem diferença estatística;
- b) comparando o grupo 1 (ou 2) e 3 (mais de dois pinos) a estatística do teste foi de 1,49 e um valor p igual a 0,1336, ou seja, não rejeita  $H_0$  (não possui diferença estatística significativa).

Desta forma, mesmo os grupos 1 e 2 não apresentando fraturas em estrutura sadia e o grupo 3 tendo duas espécimes com raiz cervical fraturada, estatisticamente não existe diferença entre os grupos, ou seja, os grupos considerados na pesquisa possuem a mesma proporção de falhas, mesmo que ela tendo ocorrido no pino, no núcleo, ou em ambos.

## 6 DISCUSSÃO

Todo dente tratado endodonticamente necessita ser restaurado, sendo que pinos com ou sem núcleos devem ser utilizados sempre que uma pequena quantidade de remanescente coronário não permitir retenção da restauração (CAPUTO; STANDLEE, 1976), tendo inclusive sua indicação limitada a estes casos (ASSIF et al., 1993). Porém, sabe-se que dentes tratados endodonticamente tornam-se mais frágeis e susceptíveis à fratura, quando comparados à dentes íntegros e polpados, principalmente devido a perdas de estrutura, sendo elas ocasionadas por cárie, tratamento endodôntico, ou ambos (SILVERSTEIN, 1964); ou ainda como decorrência de desidratação da dentina (BARABAN, 1967). Com isso, torna-se importante a utilização de sistemas e técnicas em que o remanescente dental, já enfraquecido, não se torne ainda mais susceptível à fraturas e conseqüentes perdas.

Alguns dentes despulpados a serem restaurados apresentam-se com condutos extremamente alargados, apresentando paredes de dentina extremamente finas devido a cáries, trauma, desenvolvimento de anomalias, reabsorções internas e iatrogenias (LUI, 1994); o que torna esses remanescentes dentais ainda mais frágeis e susceptíveis à fratura (MARCHI, 1997; BATISTA; LOPES, 1999). Neste caso, deve-se opinar pela utilização de técnicas restauradoras e materiais que apresentem melhores resultados frente à resistência do elemento após a realização de sua restauração (SORNKUL; STANNARD, 1992), uma vez que é de

extrema importância a obtenção de um sistema de pino/núcleo que apresentem propriedades físicas-mecânicas similares às das estruturas dentais, agindo como dentina artificial, melhorando o prognóstico do dente a ser restaurado. Sabe-se que grande parte dos profissionais resolve fazer a exodontia de raízes amplamente destruídas, porém possivelmente restauráveis, por temer falhas em longo prazo (LUI, 1994; RABIE et al., 1985; LUI, 2001).

Um sistema de restauração em monobloco, ou seja, a utilização somente de materiais que se assemelham fisicamente às estruturas dentais, tem sido sugerido. Isso formaria um complexo biomecânico através da adesão entre estruturas heterogêneas, sendo elas: remanescente dentário, agente de cimentação, pino e material de preenchimento, e com emprego de materiais com propriedades físicas semelhante à dentina. Desta forma, o remanescente estaria mais bem protegido e reforçado (DURET; REYNAUD; DURET, 1990; HORN BROOK; HASTINGS, 1995; DURET; DURET; REYNAUD, 1996; ROVATTI; MASON; DALLARI, 1998; FREILICH et al., 2000).

Os dentes utilizados nesse experimento tiveram seus condutos ampliados com pontas diamantadas, porém, em ambiente clínico, o dente a ser restaurado deve receber pouco ou nenhum tipo de preparo radicular, já que um desgaste desnecessário enfraquece o remanescente dental (CAPUTO; STANDLEE, 1976; TROPE; MALTZ; TRONSTAND, 1985; TJAN; WHANG, 1985; HUNTER; FEIGLIN; WILLIAMS, 1989; SORNKUL; STANNARD, 1992; TROPE; RAY, 1992; FERNANDES; DESSAI, 2001) principalmente em casos onde o conduto já se encontra mais volumoso. Outra finalidade do uso da ponta diamantada foi a remoção da guta-percha, que em ambiente clínico deve ser realizada utilizando-se instrumentos endodônticos manuais de pontas afiladas aquecidas, o que diminui o risco de um desgaste desnecessário de estrutura dental sadia.

Trope; Maltz; Tronstand (1985) sugeriram que o preenchimento de condutos extremamente amplos com resina composta poderia aumentar a resistência à fratura deste tipo de raízes, consideradas enfraquecidas; indicando a técnica para restauração de dentes jovens tratados endodonticamente com rizogênese incompleta, onde os condutos apresentam-se mais largos e as paredes radiculares mais finas. Rabie et al. (1985) aplicaram a técnica previamente proposta em dentes imaturos, alcançando bons resultados. Esse reforço com resina composta foi ainda aperfeiçoado por Lui (1994), onde com a utilização de um pino plástico fototransmissor conseguia-se uma melhor fotopolimerização da resina composta em regiões mais profundas do conduto. Ainda sobre utilização de resina composta como agente de reforço em raízes debilitadas, Saupe; Gluskin; Radke (1996), compararam raízes reforçadas com resina a raízes que tiveram núcleos metálicos fundidos cimentados, e concluíram que as raízes reforçadas com resina tiveram uma resistência 50% maior em relação aos grupos sem reforço.

Muitos estudos têm demonstrado que a utilização de pinos fibroresinosos intraradiculares tornam o remanescente dental mais resistente à fraturas, quando comparados aos demais tipos de pinos, núcleos, ou ambos (DURET; DURET; REYNAUD, 1996; AKKAYAN; GULMEZ, 2002; OTTL et al., 2002); sendo que na grande maioria dos estudos, inclusive naqueles em que os pinos fibroresinosos comportaram-se igualmente, ou menos resistentes aos demais tipos de núcleos, quando submetidos aos testes de fratura, dentes que tiveram estes tipos de pinos cimentados fraturavam de forma reversível, ou seja, apesar da restauração ser perdida (fraturas de pino, núcleo, ou ainda de remanescente dental, porém restrita à porções supra-ósseas), o elemento dental não necessitaria ser extraído, estando passível em receber uma nova restauração, diferentemente dos demais tipos de pino, que apesar de em alguns casos comportarem-se de maneira mais resistentes, apresentavam fraturas irreversíveis à estrutura dental remanescente (KING; SETCHELL, 1990; SIDOLI; KING;

SETCHELL, 1997; MANNOCCI et al., 1998; MANNOCCI; FERRARI; WATSON, 1999; STEWARDSON, 2001; AKKAYAN; GULMEZ, 2002; HEYDECKE; PETERS, 2002; OTTL et al., 2002).

Sendo considerado que raízes debilitadas estão mais susceptíveis à fraturas; que os pinos fibroresinosos apresentam melhores qualidades e propriedades frente aos demais sistemas, e que muitas vezes o diâmetro destes pinos não preenche totalmente o conduto, o objetivo deste estudo foi justamente avaliar se a quantidade destes pinos cimentados em canais com pouca espessura de dentina remanescente interfere na resistência à fratura, tendo essa análise caráter quantitativa, onde se verificou a quantidade de força responsável pela fratura do elemento restaurado, e qualitativa, onde se avaliou a localização dessa fratura, caracterizando-a como reversível ou irreversível.

Apesar do teste utilizado neste estudo não ser semelhante ao ambiente clínico, principalmente por não simular cargas cíclicas e ser realizado diretamente sobre os núcleos, e não sobre coroas artificiais, trata-se de um teste com a finalidade de analisar única e exclusivamente a distribuição de estresse entre os grupos, como relatado anteriormente por diversos autores (COONY; CAPUTO; TRABERT, 1986; HUNTER; FEIGLIN; WILLIAMS, 1989). Este procedimento difere da clínica convencional, já que clinicamente estes dentes ainda seriam restaurados com uma coroa total, porém uma coroa poderia mudar a distribuição das forças tanto para a raiz como para o complexo pino-núcleo (ASSIF et al., 1993), proporcionando uma menor análise direta da influência da quantidade de pinos deste estudo.

Os procedimentos utilizados para o teste de fratura vai ao encontro de outros estudos interessados em investigar resistência à fratura de dentes restaurados utilizando-se pinos intraradiculares, sendo os métodos semelhantes ou bastante parecidos com os empregados no

presente estudo (TRABERT; CAPUTO; ABOU-RASS, 1978; GUZY; NICHOLLS, 1979; TROPE; MALTZ; TRONSTAND, 1985; KING; SETCHELL, 1990; SORENSEN; ENGELMAN, 1990; SORNKUL; STANNARD, 1992; ASSIF et al., 1993; MARCHI, 1997; MANNOCCI; FERRARI; WATSON, 1999; SOARES, 1999; RAYGOT; CHAI; JAMESON, 2001; AKKAYAN; GULMEZ, 2002; OTTL et al., 2002; HU et al., 2003; MACCARI et al., 2003; NEWMAN et al., 2003).

Os resultados para resistência à fratura mostraram melhores médias obtidas no grupo 3 (48,8kgf), seguido decrescentemente pelos grupos 2 (43,9kgf) e 1 (40kgf). Além disso, a amostra que se apresentou mais resistente em todo o experimento também se encontra neste grupo (amostra 8 – 61,6kgf). Analisando-se estatisticamente os valores obtidos pelos grupos, através do teste de TUKEY, demonstrado na TAB. 4 e considerado um teste de comparação múltipla, onde se agrupa grupos com comportamento estatisticamente semelhantes, não podemos diferenciar individualmente o grupo 2 frente ao grupo 1 e tão pouco frente ao grupo 3; porém podemos diferenciar o grupo 3 do 1, afirmando que o primeiro grupo citado apresentou-se mais resistente à fratura em relação ao outro.

Estes resultados vão ao encontro ao trabalho de Sirimai; Riis; Morgano (1999), onde os autores, avaliando a resistência à fratura e padrão de falhas de raízes despulpadas com diferentes sistemas de núcleos, concluíram que um envolvimento com Ribbond dos pinos de diâmetro menor que o conduto aumentou a resistência do elemento dental em relação à utilização destes pinos isoladamente, ou seja, um aumento do volume de material fibroresinoso, caracterizado pelas fitas Ribbond de fibras entrelaçadas e impregnadas por resina pós-polimerizada, foi responsável pelo aumento da resistência do elemento dental. Em nossa pesquisa, podemos explicar os maiores valores do grupo 3 pelo fato do bloco pino/núcleo apresentar maior quantidade de material fibroso, não só em número, mas também

em volume, uma vez que mais pinos fibroresinosos foram cimentados intra-radicularmente. Além destes autores, Kimmel (2000a e b) recomendou a associação de fibras de polietileno e um pino fibroresinosos para reforço de dentes despulpados com condutos alargados, uma vez que a retenção micromecânica entre as paredes internas do preparo e os demais materiais gera um monobloco adesivo estável, que deteria trincas e microfraturas existentes. No presente estudo, o grupo 3, com maior quantidade de material fibroresinosos, simplifica a técnica proposta pelo autor, visto que não há necessidade da utilização de dois tipos de materiais fibroresinosos para formação do monobloco cimentados intra-radicularmente, mas somente pinos fibroresinosos.

Uma maior quantidade de fibras no interior de materiais resinosos auxilia na distribuição de forças por entre as estruturas às quais são incorporadas (MILLER, 1993; FREILICH et al., 2000; KIMMEL, 2000; FELIPPE et al., 2001), além de aumentar o limiar do início de formação de microfraturas (ASSIF et al., 1993), o que de certa forma concentra o estresse de forma a minimizar o risco de fraturas radiculares, aumentando, ainda, a resistência do remanescente, mesmo em casos onde a raiz encontra-se extremamente debilitada (MONTENEGRO, 1998). Desta forma, o grupo 3, onde maior quantidade de fibras esta presente, houve uma maior resistência quando comparado a grupos com menor quantidade desses materiais.

Alguns fatores podem alterar resultados de testes para a resistência à fratura dos dentes, são eles: 1) classificação do dente (incisivos a molares); 2) grau de calcificação do dente; 3) distância do limite esmalte-cemento a qual a força é aplicada; 4) direção da força aplicada e 5) altura e forma do núcleo confeccionado sobre os pinos cimentados. Isso tudo desde que os materiais utilizados sejam os mesmos para todos os grupos (agentes cimentantes, material endodôntico, resina composta para confecção do núcleo, pinos intra-radulares,

entre outros), uma vez que utilização de materiais diferentes também pode alterar os resultados (ASSIF et al., 1993). No presente estudo, todas as variáveis citadas acima foram padronizadas, com exceção do grau de calcificação dos dentes, por ser extremamente difícil obter uma padronização, posto que os pacientes que cederem os dentes para este estudo possuíam idade e hábitos diferentes, bem como diversas condições pulpares antes da extração, o que certamente altera a formação e deposição de minerais aos dentes.

Muitas características dos pinos, como forma, comprimento e diâmetro também podem interferir na qualidade e durabilidade das restaurações (SORENSEN; MARTINOFF, 1984; HUNTER; FEIGLIN; WILLIAMS, 1989; FERNANDES; DESSAI, 2001), porém no atual estudo isso não se torna uma variável, uma vez que os pinos apresentam a mesma conformação (superfícies externas paralelas entre si), com exceção dos pinos “acessórios” utilizados no grupo 3, que se apresentam com forma cônica. Estando o estudo disposto a analisar a influencia da quantidade de pinos, os pinos acessórios enquadram-se somente como uma forma de aumentar o volume de material fibroresinoso cimentado no grupo 3, o que elimina possíveis diferenças ocasionadas pela forma dos pinos utilizados nesse grupo. Além disso, a forma dos pinos nessa pesquisa não interfere diretamente nos resultados, já que não existe um preparo do conduto para recebê-los, estando o pino suspenso e envolto somente pelo cimento resinoso, de forma a estarem “distantes” das paredes dentinárias, estando, portanto, somente o volume interferindo nos dados.

Frente aos padrões de fratura que ocorreram nos grupos, demonstrados na TAB. 5, não houve diferença estatística entre os grupos, com todos eles comportando-se semelhantemente de forma favorável. Porém, algumas considerações devem ser feitas. No grupo 1, todas as amostras tiveram o único pino cimentado fraturado, que juntamente com o todo núcleo, foram descolados da raiz em nível cervical. No grupo 2, 8 amostras fraturaram semelhantemente às

fraturas ocorridas no grupo 1, enquanto que em outras 2 o núcleo foi esmagado, deixando os pinos intactos em uma amostra, e fraturando apenas um pino em outra. No grupo 3 novamente outras 8 amostras se comportaram como no grupo 1, enquanto que em 2 houve fratura de remanescente dental, onde as mesmas concentraram-se exclusivamente na região cervical vestibular da raiz, que se desprendia do remanescente dental juntamente com a porção coronária do pino e com o núcleo. Essas fraturas radiculares, clinicamente, são consideradas totalmente reversíveis, corroborando com outros autores que afirmam que quando dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos fibroresinosos fraturam-se, as mesmas podem ser consideradas reversíveis (KING; SETCHELL, 1990; DURET; DURET; REYNAUD, 1996; MANNOCCI et al., 1998; MANNOCCI; FERRARI; WATSON, 1999; STEWARDSON, 2001; SIDOLI; KING; SETCHELL, 1997; AKKAYAN; GULMEZ, 2002; HEYDECKE; PETERS, 2002; OTTL et al., 2002) uma vez que muito pouco volume de dentina desprende-se, além de que essas fraturas ocorreram acima da porção radicular impregnada pela resina, o que caracterizaria uma fratura supra-óssea. Assim, a utilização de um, dois ou mais pinos fibroresinosos para restauração de dentes com raízes debilitadas forneceram somente fraturas reversíveis aos remanescentes, indicando suas cimentações também clinicamente.

Desta forma, por apresentar fraturas consideradas reversíveis, e maiores valores de resistência à fratura, a cimentação de um pino principal simultaneamente a pinos acessórios demonstrou melhor comportamento neste estudo, *in vitro*, estando a técnica indicada também em ambiente clínico, desde que os pinos utilizados sejam compostos por materiais semelhantes.

## 7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, podemos concluir que:

- 1) A cimentação de um pino fibroresinoso principal, envolto por pinos fibroresinosos acessórios, apresentaram maiores valores de resistência à fratura frente a forças externas.
- 2) Dentes restaurados com um, dois e um pino principal juntamente a pinos acessórios apresentaram modo de fraturas favoráveis.
- 3) A cimentação de um pino fibroresinoso principal juntamente a pinos fibroresinosos acessórios é a técnica mais indicada para restauração de dentes com raízes debilitadas.

## REFERÊNCIAS<sup>2</sup>

AKKAYAN, B.; GULMEZ, T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. **J. Prosth. Dent.**, St. Louis, v.87, n.4, p.431-437, Apr. 2002.

ALBUQUERQUE, R.C. Pinos intra-radulares pré-fabricados. In: CARDOSO, R.J.A.; GONÇALVES, E.A.N. (Coord.). **Oclusão? ATM, prótese sobre implantes e prótese bucomaxilofacial**. São Paulo: Artes Médicas, 2002. cap. 19, p.441-462.

ASSIF, D. et al. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.69, p.36-40, 1993.

BARABAN, D.J. The restoration of pulpless teeth. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, p.633-653, Nov. 1967.

BARABAN, D.J. A simplified method for making post and cores. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.24, n.3, p.287-297, Sept. 1970.

BARABAN, D.J. Immediate restoration of pulpless teeth. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.28, n.6, p.607-612, Dec. 1972.

BATISTA, A.; LOPES, C.G. A utilização de pino dentinário para reforço coronoradicular em dentes com rizogênese incompleta tratados endodonticamente. **Rev. Bras. Prót. Clín. Lab.**, v.1, n.3, p.199-221, maio/jun. 1999.

BONILLA, M.E.G. **Avaliação da resistência à fratura transversal de raízes amplamente destruídas reconstruídas com núcleos**. 2001. 110f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru

---

<sup>2</sup> Baseado na NBR 6023: 2002 da ABNT.

BURNS, D.A. et al. Stress distribution surrounding endodontic posts. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.64, p.412-418, 1990.

CAPUTO, A.A.; STANDLE, J.P. Pins and posts – why, when, how. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v.20, n.2, p.299-312, Apr. 1976.

CARTE, J.M. et al. Punch shear testing of extracted vital and endodontically treated teeth. **J. Biomech.**, Elmsford, v.16, p.841-848, 1993.

CHAN, F.W.; HARCOURT, J.K.; BROCKHURST, P.J. The effect of post adaptation in the root canal on retention of posts cemented with various cements. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v.38, p.39-45, 1993.

COLMAN, H.L. Restoration of endodontically treated teeth. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v.23, p.647-662, 1979.

COONY, J.P.; CAPUTO, A.A.; TRABERT, K.C. Retention and stress distribution of tapered-end endodontic posts. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.55, p.540-546, 1986.

DURET, B.; DURET, F.; REYNAUD, M. Long-life physical property preservation and postendodontic rehabilitation with the Composipost. **Comp. Continuing Educ. Dent.**, Jamesburg, v.17, p.565-573, 1996. Supplement 20.

DURET, P.B.; REYNAUD, M.; DURET, F. Un nouveau concept de reconstruction coronoradiculaire: le composipost (I). **Chir. Dent. Fr.**, Paris, v.60, n.54, p.131-141, Nov 1990.

ESKITASCIOGLU, G.; BELLI, S.; KALKAN, M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). **J. Endod.**, Baltimore, v.28, n.9, p.629-633, 2002.

FELIPPE, L.A. et al. Fibras de reforço para uso odontológico – fundamentos básicos e aplicações clínicas. **Rev. Ass. Paul. Cirurg. Dent.**, São Paulo, v.55, n.4, p.245-250, jul./ago. 2001.

FERNANDES, A.S.; DESSAI, G.S. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.14, p.355-363, 2001.

FERRARI, M. et al. Influence of Microbrush on efficacy of bonding into root canals. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.15, n.4, p.227-231, Aug. 2002.

FERRARI, M.; MANNOCCI, F. A 'one-bottle' adhesive system for bonding a fibre post into a root canal: an SEM evaluation of the post-resin interface. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.33, p.397-400, 2000.

FREILICH, M.A. et al. **Fiber-reinforced composites in clinical dentistry**. Chicago: Quintessence, 2000.

GLAZER, B. Restoration of endodontically treated teeth with carbon fiber posts – a prospective study. **J. Canad. Dent. Ass.**, Ottawa, v.66, n.11, p.613-618, Dec 2000.

GOLDBERG, A.J. et al. Flexure properties and fiber architecture of commercial fiber reinforced composites. **J. Dent. Res.**, Washington, v.77, n.2, p.226, Mar. 1998. Abstract.

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

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

HOLLIS, R.A. et al. Post and core, state-of-art. **Clin. Res. Ass.**, v.22, n.1, p.2-3, Nov.1998

HORNBROOK, D.S.; HASTINGS, J.H. Use of bondable reinforcement fiber for post and core build-up in endodontically treated tooth: maximizing strength and aesthetics. **Pract. Periodont. Aesth. Dent.**, New York, v.7, p.33-42, May 1995.

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

HUNTER, A.J.; FEIGLIN, B.; WILLIAMS, J.F. Effects of post placement on endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.62, p.166-172, 1989

KERN, S.B.; VON FRAUNHOFER, J.Á.; MUENINGHOFF, L.A. An in vitro comparison of two dowel and core techniques for endodontically treated molars. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.51, p.509-514, 1984.

KIMMEL, S.S. Restoration and reinforcement of endodontically treated with a polyethylene robbond and prefabricated fiberglass post. **Gen. Dent.**, Chicago, v.48, n.6, p.700-706, Nov./Dec. 2000a.

KIMMEL, S.S. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. **N. Y. State Dent. J.**, New York, v.66, n.10, p.36-40, Dec. 2000b.

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

LERTCHIRAKARN, V.; PALAMARA, J.E.A.; MESSER, H.H. Finite element analysis and strain-gauge studies of vertical root fracture. **J. Endod.**, Baltimore, v.29, n.8, p.529-534, Aug. 2003.

LUI, J.L. A case report of reattachment of fractured root fragment and resin-composite reinforcement in a compromised endodontically treated root. **Dent. Traumatol**, Copenhagen, v.17, p.227-230, 2001.

LUI, J.L. A technique to reinforce weakened roots with post canals. **Endod. Dent. Traumat.**, Copenhagen, v.3, n.6, p.310-314, Dec. 1987.

LUI, J.L. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. **Quintessence Int.**, Berlin, v.25, n.5, p.313-319, May 1994.

MACCARI, P.C.; CONCEICAO, E.N.; NUNES, M.F. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. **J. Esthet. Restor. Dent.**, v.15, n.1, p. 25-30, 2003.

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

MANNOCCI, F. et al. Carbon fiber posts: clinical and laboratory studies. In: International Symposium S. Margherita Ligure, 2., S. 1998, Margherita Ligure. **Proceedings...** S. Margherita Ligure, Hypocrates Edizioni, 1998, p.17-21.

MARCHI, G.M. **Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com sistema adesivo associado a pinos intra-radulares.** 1997. 104f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas, Piracicaba.

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

MILLER, T.E. A new material for periodontal splinting and orthodontic retention. **Comp. Continuing Educ. Dent.**, Jamesburg, v.19, n.6, p.800-812, July 1993.

MONTENEGRO, J.R. Questões do dia-a-dia. **Rev. Ass. Paul. Cirurg. Dent.**, São Paulo, v.52, n.2, p.157, mar./abr. 1998.

NEWMAN, M.P. et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. **J. Prosthet. Dent.** St. Louis, v.89, n.4, p.360-367, Apr. 2003.

OTTL, P. et al. Fracture characteristics of carbon fiber, ceramic an non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. **J. Oral. Rehab.**, Oxford, v.29, n.2, p.175-183, Feb. 2002.

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

RABIE, G. et al. Stregthening and restoration of immature teeth with an acid-etch rein technique. **Endod. Dent. Traumatol**, Copenhagen, v.1, n.6, p.246-256, Dec. 1985.

RAYGOT, C.G.; CHAI, J.; JAMESON, L. Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-reinforced resin post system in vitro. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.14, n.2, p.141-145, mar./abr. 2001.

RING, M.E. **História ilustrada de la odontologia**. Barcelona: Doyma, 1989.

ROVATTI, L.; MASON, P.N.; DALLARI, A. The esthetical endodontic posts. In: International Symposium S. Margherita Ligure, 2., 1998, S. Margherita Ligure. **Proceedings...** S. Margherita Ligure, Hypocrates Edizioni, 1998, p.12-16.

SAUPE, W.A.; GLUSKIN, A.H.; RADKE, R.A. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. **Quintessence Int.**, Berlin, v.27, n.7, p.483-491, July 1996.

SHILLINGBURG, H.T.; KESSLER, J.C. Princípios da restauração dos dentes tratados endodonticamente. In:\_\_\_\_\_. **Restaurações protéticas dos dentes tratados endodonticamente**. 2. ed. São Paulo: Quintessence, 1991. cap.1, p.13-44.

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

SILVERSTEIN, W.H. The reinforcement of weakened pulpless teeth. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.14, n.2, p.372-381, Mar./Apr. 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.**, St. Louis, v.81, n.3, p.262-269, Mar. 1999.

SOARES, J.C.F. **Resistência à fratura de raízes enfraquecidas reconstruídas com sistemas restauradores adesivos.** 1999. 101f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru.

STEWARDSON, D.A. Non-metal post systems. **Dent. Update**, Guildford, v.28, n.7, p.326-336, Sept. 2001.

SORENSEN, J.A.; ENGELMAN, M.J. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, 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.**, St. Louis, v.51, n.6, p.780-4, June 1984a.

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

SORNKUL, E.; STANNARD, J.G. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. **J. Endod.**, Baltimore, v.18, n.9, p.440-443, Sept. 1992.

STANDLEE, J.P.; CAPUTO, A.A.; POLLACK, M.M. Analysis of stress distribution by endodontic posts. **Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol.**, St. Louis, v.33, p.952-960, 1972

TJAN, A.H.L.; WHANG, S.B. Resistance to root fracture of dowel channels with various thickness of buccal dentin walls. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.53, n.4, p.496-500, Apr.1985.

TORBJORNER, A. et al. Carbon fiber reinforced root canal posts. Mechanical and cytotoxic properties. **Eur. J. Oral. Sci.**, Oxford, v.104, p.605-611, 1996.

TRABERT, K.C.; CAPUTO, A.A.; ABOU-RASS, M. Tooth fracture: a comparison of endodontic and restorative treatments. **J. Endod.**, Baltimore, v.4, n.11, p.341-345, Nov. 1978.

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

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

## FICHA CATALOGRÁFICA

Teixeira, Danilo

Influência do número de pinos fibroresinosos na resistência à fratura de núcleos de resina composta em dentes anteriores com raízes debilitadas. Estudo in vitro/  
Danilo Teixeira - Florianópolis : 2004. XXXf: il.

Orientador: Mauro Amaral Caldeira de Andrada  
Dissertação (Mestrado em Dentística) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, 2004.

Inclui bibliografia

1. Dentes – Núcleos de resina composta. 2. pinos fibroresinosos 3. resistência à fratura dentárias. I. Andrada, Mauro Amaral Caldeira de. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. III. Título

