

CARLOS EDUARDO FONTANA

PINOS INTRA-RADICULARES
UMA REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, Universidade
Estadual de Campinas, para a obtenção do
título de Especialista em Dentística.

216

Piracicaba
2003



1290005377

TCE/UNICAMP
F734p
FOP

CARLOS EDUARDO FONTANA

**PINOS INTRA-RADICULARES
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**Monografia apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, Universidade
Estadual de Campinas, para a obtenção
do título de Especialista em Dentística.**

Orientador: Prof. Dr. Luis Alexandre M.S. Paulillo.

**Piracicaba
2003**

N.º Classif. _____
 N.º autor F734p
 v. _____
 Tombo _____

Unidade - FOP/UNICAMP
 TCE/UNICAMP
 F734 p. Ed.
 Vol. _____ Ex. _____
 Tombo 5377
 C D
 Proc. 36 P-330/2011
 Preço R\$ 33,00
 Data 06/01/11
 Registro 778434

Ficha Catalográfica

F734p Fontana, Carlos Eduardo
 Pinos intra-radulares: uma revisão de literatura. / Carlos Eduardo Fontana. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2003.
 84p.

Orientador : Prof. Dr. Luis Alexandre M.S. Paulillo.
 Monografia (Especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentística. 2. Restaurações (Odontologia). I. Paulillo, Luis Alexandre M.S.. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURA	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 Fisiologia oral e indicações de uso dos pinos	9
2.2 Características dimensionais do preparo e do pino	20
2.3 Propriedades físicas e <i>design</i> dos pinos	22
2.4 Confeção de núcleos e/ou restauração	40
2.5 Preenchimento radicular	44
2.6 Cimentação	50
3 DISCUSSÃO	60
4 CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

LISTA DE ABREVIATURA

°C - Grau Celsius

cm - Centímetro

cm² - Centímetro quadrado

et al. - E outros

G - Grupo

CuAl - Cobre-Alumínio

Kg - Quilograma

Kg/cm² - Quilograma por Centímetro quadrado

Kgf - quilograma força

Max. - máximo

min - minuto

mm - milímetro

mm/min - Milímetro por minuto

Mpa - Mega Pascals

MOD - Mésio-Ocluso-Distal

MD - Mésio-Distal

N - Newton

Nº - Número

NiCr - Níquel-Cromo

PVC - Polivinil Carbono

RC - Resina Composta

seg - Segundo

VL - Vestíbulo-Lingual

% - Porcentagem

RESUMO

Existe uma grande dificuldade por parte do Cirurgião Dentista em realizar restaurações indiretas, através da colocação de núcleo metálico-fundido ou pino intra-radicular em dentes tratados endodonticamente com grande perda de estrutura radicular. Dessa maneira, a proposta desse trabalho foi através de uma revisão de literatura, avaliar o desempenho dos *pinos pré-fabricados intra-radiculares*; mesmo sabendo que ainda no Brasil temos a utilização por uma grande parte dos profissionais, de núcleos metálicos fundidos, os quais em países como os EUA, estes estão sendo abandonados por apresentarem uma técnica que aumenta o custo de trabalho e o tempo de confecção. Durante os últimos anos, os sistemas de pinos pré-fabricados tem-se demonstrado eficaz na reabilitação de remanescentes dentários com pouca estrutura e especialmente nos remanescentes radiculares antes condenados à extração. Os avanços recentes na ciência dos materiais têm contribuído muito para a restauração de dentes que necessitam de um reforço corono-radicular, porém um planejamento antes de tudo é essencial no momento de se restaurar um dente tratado endodonticamente, devendo o profissional analisar todos fatores importantes em relação ao dente, como quantidade de tecido dental sadio remanescente, função do elemento, condição financeira do paciente e a necessidade de se reforçar o remanescente dental.

ABSTRACT

A great difficulty on the part of the dentist in carrying through indirect restorations exists, through the rank of conventional cast posts or post in endodontically treat teeth with great loss of root structure. In this way, the proposal of this work was through a literature revision, to evaluate the performance of the post; exactly knowing that still in Brazil we have the use for one grand part of the professionals, of conventional cast posts, which in countries as U.S.A., these are being abandoned for presenting one technique that increases the cost of work and the time of confection. During the last years, the systems of posts have been demonstrated efficient in the whitewashing of dental remainders with little structure and especially in the remainders before condemned to the extraction. The recent advances in the science of the materials have contributed very for the tooth restoration that needs a reinforcement to root-coronal, however a planning before everything is essential at the moment of restoration a endodontically treat tooth, having the professional to analyze all the important factors in relation to the tooth, as dental amount of fabric healthy remainder, function of the element, financial condition of the patient and the necessity of if strengthening the dental remainder.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento técnico-científico no campo da Odontologia, favorecendo o alto índice de sucesso obtido na terapêutica endodôntica, permite a recuperação de dentes com envolvimento pulpar e/ou com muita destruição coronária, devolvendo-lhes suas funções no sistema estomatológico, aumentando consideravelmente o número de canais tratados endodonticamente. Isso criou uma nova perspectiva dentro da Odontologia, pois dentes que antes sofriam exodontia, podem ser agora recuperados. A terapêutica endodôntica não deve ser considerada a fase final do tratamento, mas sim a primeira fase de um processo odontológico global. A correta restauração do elemento dental após tratamento endodôntico tem importância fundamental no processo de cura. Vários autores atestam que a presença de restaurações inadequadas ou a sua ausência são fatores mais relevantes para determinar o insucesso endodôntico que problemas relacionados com a técnica endodôntica propriamente dita. Somente após o dente ter sido restaurado funcional e esteticamente pode o tratamento ser considerado encerrado (CURY *et al.*, 1990).

Freqüentemente, a maioria dos dentes tratados endodonticamente apresenta extensa destruição coronária devido a cáries, restaurações anteriores, erosão, abrasão, atrito ou em razão da extensão do acesso endodôntico. Aspectos estéticos desfavoráveis devido ao escurecimento intenso também tornam aconselhável o uso de uma coroa total. Esses dentes necessitam, portanto, de reforço para ancorar a restauração à raiz. Muitas vezes, pinos intra-radiculares são utilizados para promover uma melhora na estrutura sobre a qual a restauração

coronária poderá ser retida (TJAN & NEMETZ, 1992; KLAUTAU, 1997; IMURA & ZUOLO, 1998).

Atualmente a maior razão para clínicos e especialistas utilizarem de um sistema de pinos intra-radulares pré-fabricados em dentes tratados endodonticamente, continua sendo a mesma desde muito tempo atrás, o reforço da porção radicular. (ROSEN, 1961; SORENSEN & MITO, 1998; KOUTAYAS & KERN, 1999)

Um suposto aumento da resistência à fratura de um dente através do uso de um pino intra-radicular, é confirmada por alguns autores (TRABERT *et al.*, 1978; EL KHODERY *et al.*, 1990); porém outros, não indicam a instalação dos pinos, defendendo a idéia que estes não interferem na resistência dental e podem até mesmo diminuí-la (TROPE *et al.*, 1985; ROBBINS, 1996).

Diante dessas controvérsias, e com a evolução dos sistemas de pinos intra-radulares pré-fabricados em relação aos tipos encontrados, design variado e diversos materiais para cimentação é iminente a necessidade de encontrar qual a melhor forma de reabilitar raízes devidamente tratadas endodonticamente, para retornarem a exercer um papel não só funcional como estético, atualmente muito importante.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nas últimas décadas, diversos autores têm estudado os retentores intraradiculares, no que se refere a sua morfologia, propriedade física, mecânica e seus agentes cimentantes e, posteriormente, a a restauração final do elemento dental para otimização do seu uso.

Por razões didáticas, este capítulo foi dividido em sub-itens, a fim de facilitar o entendimento:

2.1 Fisiologia oral e indicações de uso dos pinos

A terapia endodôntica está preservando estruturas dentais fragilizadas que exigem do dentista grande discernimento no planejamento restaurador, a fim de recuperar sua função, anatomia e estética. Diante disso, ROSEN (1961), preocupou-se em estabelecer diretrizes para a correta reconstrução desses elementos fragilizados. Através de uma revisão de literatura, o autor alerta para a perda de umidade decorrente do tratamento endodôntico, que torna a dentina friável e inelástica. Além disso, considera a facilidade com que esses dentes desenvolvem lesões periapicais. Recomenda procedimentos que reforcem o dente e, para isso, indica a confecção de *núcleos metálicos fundidos* e coroa protética abraçando o término cervical, prevenindo a ocorrência de fraturas sob cargas mastigatórias e aumentando sua longevidade.

TRABERT *et al.* (1978) ressaltaram a pouca atenção dada à resistência à fratura de dentes que haviam sido tratados endodonticamente e restaurados. Realizaram um estudo, onde incisivos centrais superiores recém-extraídos livres de cárie, lesões cervicais ou fraturas foram divididos em três grupos: grupo 1, controle, não recebeu tratamento; o grupo 2 foi tratado endodonticamente e restaurado com resina composta e; no grupo 3, além do tratamento endodôntico, foram cimentados com resina composta. Os espécimes foram submetidos a testes de impacto e os resultados mostraram que a preservação da estrutura dental interna e o uso de pinos de menor diâmetro proporcionaram às raízes maior resistência à fratura.

GUZY & NICHOLLS (1979) através de um estudo *in vitro* conduzido, compararam dentes tratados endodonticamente com e sem pinos intra-radulares, com o objetivo de determinar se estes reforçam as raízes contra fratura. Incisivos centrais e caninos superiores com e sem pinos endodônticos cônicos de superfície lisa foram submetidos ao carregamento tangencial de compressão dirigido à face palatina em ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente. Observaram que dentes tratados endodonticamente não foram significativamente fortalecidos com a colocação de pinos intra-radulares.

ROSS (1980) realizou estudos com o objetivo de determinar a susceptibilidade à fratura de dentes tratados endodonticamente, sob determinadas condições clínicas. Para a investigação *in vivo* foram selecionados 220 dentes desvitalizados, avaliados através de exames clínicos e radiográficos. Todos os dentes observados apresentam-se em função e sem a presença de fraturas por, no mínimo, cinco anos após o procedimento endodôntico. A maior parte dos dentes deste estudo não possuía suporte interno e não apresentava fraturas, contradizendo

afirmações de que dentes desvitalizados sem reforço intra-radicular são mais propensos à fratura.

TRABERT & COONEY (1984) descreveram conceitos e técnicas para a sua restauração de dentes tratados endodonticamente, afirmando que há duas razões básicas para o uso de um pino intra-radicular: a retenção para uma restauração e a proteção do remanescente de estrutura dentinária.

SORENSEN & MARTINOFF (1984) propuseram um estudo para correlacionar pesquisas clínicas e laboratoriais que avaliaram 1273 dentes tratados endodonticamente e determinar o significado clínico do reforço através da colocação de um pino intra-radicular e de uma coroa protética. Cerca de seis mil pacientes foram examinados e todos os dentes tratados endodonticamente foram classificados de acordo com suas posições no arco: anteriores superiores, pré-molares superiores, molares superiores, anteriores inferiores, pré-molares inferiores e molares inferiores. Da mesma maneira, foram categorizados os dentes com ou sem reforço intra-radicular, ou seja, com ou sem pinos intraradiculares, e verificados radiograficamente. Concluíram que não houve aumento significativo da resistência à fratura ou deslocamento quando os dentes dos seis grupos anatômicos possuíam reforço intra-radicular.

SHILLINGBURG JR. *et al.* (1986) verificou que a reconstituição tem sido feita com amálgama, com cimento ionômico de vidro ou com resina composta, com ou sem adesivos, quando a destruição coronária não se apresenta muito extensa. Porém, quando a destruição se apresenta avançada, havia necessidade da construção de um núcleo coronário retido por pino radicular. O objetivo básico de um núcleo é o de reconstituir a forma e o contorno de uma coroa destruída ou

enfraquecida por processo de cárie ou fratura, dando condições de suprir o necessário suporte para próteses fraturadas.

KAYSER *et al.* (1987) afirmaram que a restauração de dentes desvitalizados, em geral, implica na utilização de um pino ou de um núcleo intra-radicular. Nesse artigo, discutiram as vantagens e desvantagens dos núcleos fundidos e dos pinos pré-fabricados, comparando-os. Citaram, ainda, os problemas envolvidos com a aplicação desses meios auxiliares de retenção. Sugeriram o uso de um pino pré-fabricado em combinação com um núcleo coronário de resina composta como um eficiente procedimento para a restauração de dentes tratados endodonticamente.

STOKES (1987) sugere que o dente tratado endodonticamente, com um mínimo de perda de dentina não é mais susceptível à fratura, quando comparado a um dente vitalizado e, a retenção intra-radicular seria necessária, quando o remanescente coronário não oferecesse retenção suficiente.

HUNTER & FLOOD (1989) discutiram a restauração de dentes tratados endodonticamente, citando que existem controvérsias em relação ao uso de pinos e núcleos intra-radulares. Ressaltaram a importância do clínico entender que a colocação de um pino ou núcleo envolverá a remoção de estrutura dentária sadia na maioria dos casos e que a configuração e adaptação dos pinos e núcleos são mitos importantes para retenção e restauração. Na opinião desses autores, todos os dentes anteriores, os pré-molares desvitalizados e a maioria dos molares que irão receber uma coroa protética devem ter um pino ou um núcleo intra-radicular.

CURY *et al.* (1990) realizaram uma revisão bibliográfica sobre critérios e condições para a restauração de dentes tratados endodonticamente e obtiveram como conclusões os seguintes itens: 1- O tratamento endodôntico é o primeiro passo na recuperação de dentes extensamente destruídos ou com envolvimento pulpar e suas seqüelas; 2- os dentes tratados endodonticamente nem sempre necessitam da colocação de pinos intra-radulares, dependendo da estrutura dental remanescente; 3- os pinos utilizados para reforço intra-radicular e coronários podem ser fundidos ou pré-fabricados.

SHILLINGBUR & KESSLER (1991) verificaram que os dentes que eram extraídos no passado eram agora salvos, pois o procedimento endodôntico, antes considerado como fase final do tratamento, passou a ser a primeira etapa do tratamento geral. Salientaram os princípios básicos da restauração de dentes tratados endodonticamente, apresentando diferentes sistemas e técnicas.

GUTMANN (1992), ressaltou a importância do conhecimento da anatomia e biologia da dentina radicular durante os procedimentos endodônticos e restauradores. Afirmou que a dentina de dentes desvitalizados sofre alterações estruturais, tornando-se mais enfraquecida e menos flexível. Além disso, a instrumentação endodôntica associada ao preparo intra-radicular desgastam e debilitam o remanescente dental, deixando-o mais susceptível à fratura.

HUANG *et al.* (1992) utilizaram 54 dentes que eram vitalizados e 24 que haviam sido tratados endodonticamente antes da extração, para verificar a existência de diferenças significantes entre as suas propriedades mecânicas. Os espécimes foram divididos em quatro subgrupos que foram submetidos a diferentes condições experimentais: umedecimento, secagem com ar, desidratação e

reidratação. Testes de compressão, tração e impacto foram utilizados para mesurar as propriedades mecânicas. Segundo esses autores, os resultados deste estudo não suportaram a teoria de que a desidratação, após o tratamento endodôntico por si enfraquece a estrutura dentinária em termos de compressão e tração, mas citaram que as propriedades físicas de dentes despolpados podem não ser as mesmas dos dentes vitais.

SIVERS & JOHNSON (1992) avaliaram os critérios usados para o diagnóstico e tratamento de dentes tratados endodonticamente. Afirmaram que a extensão da destruição coronária é muito importante na seleção das técnicas restauradoras e materiais a serem utilizadas para reabilitar a forma natural e a função do dente. Não concordaram, porém, com as afirmações de que pinos intraradiculares reforçam a estrutura dental, citando que a função destes é promover retenção a um núcleo coronário. O prognóstico do tratamento, segundo estes pesquisadores, é dependente do sucesso do tratamento endodôntico, da presença de suporte periodontal sadio e de uma adequada restauração.

SORNKUL & STANNARD (1992) avaliaram a resistência de 141 pré- molares inferiores antes e depois dos procedimentos endodônticos e restauradores. Obtiveram 141 dentes, divididos em sete grupos, onde todos os corpos de prova foram submetidos ao carregamento axial de compressão e ao cisalhamento. Concluíram que os fatores de grande importância para prevenir fraturas são a quantidade de estrutura dental remanescente, a forma do pino e do núcleo e a adesão entre o material utilizado para confeccionar o núcleo coronário e a dentina. Afirmaram, através deste estudo, que materiais adesivos podem melhorar a

resistência à fratura de raízes, apesar de sua baixa força intrínseca, possibilitando a preservação de estruturas dentais remanescentes.

MORGANO & MILOT (1993) afirmaram que o assunto sobre pinos intra-radulares, utilizados em dentes tratados endodonticamente, tem recebido bastante atenção na literatura, mas que há poucas pesquisas realizados *in vitro* e que as informações de alguns estudos são contraditórias. Discutiram, através de uma revisão de literatura, as indicações de núcleos e pinos, os procedimentos clínicos e laboratoriais e os fatores que podem levar ao fracasso do tratamento.

ASSIF *et al.* (1993), em um estudo experimental, não encontraram diferença estatisticamente significativa entre dentes pré-molares restaurados com coroas completas, tendo ou não pino intra-radicular. Baseados nestes resultados, concluíram que, se a anatomia da coroa está suficientemente preservada, oferecendo retenção para a reconstituição coronária, o pino não se faz necessário.

TORBJÖRNER *et al.* (1995) realizaram um estudo longitudinal de dez anos, em 638 pacientes, com 788 dentes tratados endodonticamente, onde 456 receberam núcleos metálicos fundidos e 323 receberam pinos pré-fabricados (Parapost). Foi avaliada a longevidade desses tratamentos através do percentual de falhas, além do padrão de fratura. Após um período de acompanhamento entre 4 e 5 anos, foram detectados 15% de falhas para núcleos metálicos fundidos e 8% de falhas para o pino pré-fabricado. Perda de retenção foi o tipo de falha mais comum para ambos. As falhas que resultaram em extrações foram 5% para o núcleo metálico fundido e 2% para o pré-fabricado metálico. Dos 788 dentes estudados, 72 falharam, numa razão de 2,1 por ano. Não foram estudadas as razões pelas quais ocorreram as falhas para ambos os sistemas.

MANNING *et al.* (1995) baseados em uma revisão de literatura, expuseram conceitos teóricos básicos para a restauração de dentes tratados endodonticamente. Relataram que os cirurgiões-dentistas convivem com o dilema da seleção dos materiais a serem utilizados, os quais são apresentados em grande variedade, inclusive para procedimentos. Discutiram as características dos dentes desvitalizados, assim como a importância de um diagnóstico correto e adequada indicação do tratamento, avaliando seus riscos e benefícios.

MANNING *et al.* (1995) apresentaram na segunda parte de seu estudo, uma discussão sobre aplicações clínicas baseadas nos conceitos teóricos básicos. Questionaram a necessidade ou não da colocação de pinos intra-radulares, considerando a quantidade de estrutura coronária remanescente. Diante da indispensável utilização de um pino ou núcleo intracanal para reter uma restauração, descreveram as técnicas do preparo intra-radicular e as características recomendadas a esses pinos ou núcleos, em relação ao seu comprimento, largura e configuração de superfície. Enfatizaram, ainda, os cuidados a serem observados para obter uma adequada retenção e minimizar os riscos de fratura.

ISHIKIRIAMA *et al.* (1995) verificaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com ou sem pinos intra-radulares. Selecionaram 80 incisivos centrais superiores de dimensões semelhantes, que foram divididos em quatro grupos: (1) com pino intra-radicular e restauração de resina composta, sendo que o carregamento tangencial de compressão para induzir a fratura do dente foi aplicado aproximadamente no centro geométrico da porção línguo-incisal do dente; (2) semelhante ao grupo 1, mas sem a colocação do pino; (3) com pino intra-radicular e restauração de resina composta, sendo o carregamento tangencial de

compressão aplicado na face lingual, no centro da restauração e (4) semelhante ao grupo 3, sem a presença do pino intra-radicular. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com resinas compostas e pinos intraradiculares. Mas houve diferença estatisticamente significativa na resistência à fratura desses dentes quando comparadas às áreas da aplicação do carregamento tangencial de compressão, sendo menos resistentes àqueles nos quais este carregamento foi direcionado próximo à borda incisal, o que pôde ser justificado pela presença de pouca espessura de estrutura dentária nessa região.

MORAGANO (1996), discutindo a restauração de dentes tratados endodonticamente, afirmou que os núcleos intraradiculares são indicados há mais de cem anos, com a finalidade de reter uma coroa protética. Citou que recentes estudos sugeriram que pinos e núcleos podem enfraquecer o dente, sendo desejáveis os procedimentos que eliminassem a necessidade de colocação dos mesmos. No entanto, se a utilização de um meio auxiliar para a retenção de uma coroa for inevitável, a conservação de estrutura dental será de extrema importância.

CHRISTENSEN (1996) fez um comentário sobre a utilização de pinos intraradiculares em dentes tratados endodonticamente, colocando em dúvida a capacidade deste material em fortalecê-lo, quando cimentados no canal radicular. Além disso, lembra que a principal finalidade dos pinos é promover a retenção para a restauração protética em dentes onde o tecido coronário perdido não é capaz de oferecê-la adequadamente. Para dentes tratados endodonticamente, com a mínima perda de estrutura dental, o autor recomenda restauração com materiais ionoméricos, resinosos ou com amálgama de prata, sem a instalação de pinos no

interior do canal radicular. Para dentes que perderam até metade da estrutura coronária, o autor ainda recomenda técnicas restauradoras diretas, através de resina composta em dentes anteriores e amálgama ou resina em dentes posteriores. Ressalta que a restauração através de pinos e núcleos, se possível, deve ser evitada. Quando mais da metade da coroa dental é perdida, recomenda-se a utilização de pinos e núcleos para fornecer retenção à restauração protética. Se for necessária a utilização de pinos intra-radulares, o autor defende o uso de pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento, afirmando ainda que, em termos de pinos intra-radulares, os pinos de titânio são a melhor opção por terem adequada resistência e excelente biocompatibilidade. Como alternativa, cita a possibilidade do uso de pinos e núcleos somente em resina composta.

STOCKTON *et al.* (1998) ressaltaram a necessidade de reavaliar-se a utilização de pinos intra-radulares em restaurações de dentes tratados endodonticamente e de melhor definição dos critérios para a indicação destes. Discutiram problemas como o enfraquecimento do dente devido à remoção de estrutura dental durante o preparo intra-radicular e o risco de perfurações radiculares. Afirmaram que a prática exagerada do emprego desses pinos ignora esses riscos e as propriedades dos modernos materiais adesivos, que podem ser usados para a reconstrução dos dentes desvitalizados.

CARLINI JR. (1999) avaliou a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, analisou a capacidade de pinos intra-radulares pré-fabricados em reforçar dentes anteriores tratados endodonticamente, sem uma ou duas cristas marginais, bem como, estudou o padrão de fratura. Oitenta incisivos centrais foram divididos em oito grupos experimentais – dentes com duas cristas marginais

removidas: restaurados com compósito odontológico (G1), (pino pré-fabricado metálico e compósito 9G2), pino de carbono e compósito (G3), dentes com um das cristas marginais removidas: restaurados com compósito (G4), pino metálico mais compósito (G5), pino de carbono mais compósito (G6), dentes somente com acesso endodôntico restaurados com compósito (G7) e dentes íntegros como controle (G8). Os espécimes submetidos ao carregamento tangencial de compressão (0,5mm/min), num ângulo de 135 graus. As médias dos valores (Kgf) foram: G8=101,80 ($\pm 27,81$)^a; G1=99,09 ($\pm 18,57$)^a; G7=96,33 ($\pm 27,03$)^a; G5=93,76 ($\pm 6,19$)^a; G6=93,33 ($\pm 31,23$)^a; G3=91,88 ($\pm 15,98$)^a; G4=83,50 ($\pm 83,50$)^a; G2=80,45 ($\pm 15,89$)^a. A análise estatística não apresentou diferença significativa entre os grupos (ANOVA/Duncan; $\alpha=0,005$). Nas condições deste estudo, pinos intra-radulares não reforçam dentes anteriores tratados endodonticamente. A variável crista marginal não influenciou na resistência à fratura de dentes anteriores restaurados com resina composta. Avaliação do padrão de fratura demonstrou forte correlação entre a presença de pinos intra-radulares e fraturas radulares longitudinais.

CARVALHO *et al.* (2002) utilizaram 56 dentes para avaliar a resistência à fratura de dentes bovinos fragilizados que receberam reforços intra-radulares com resina composta ou pino de zircônia. As coroas foram seccionadas ao terço médio e todos os canais foram preparados biomecanicamente. Todos os espécimes foram colocados em blocos metálicos e adaptados a um dispositivo com inclinação de 45°, adaptado a uma máquina de ensaio para realizar o teste de compressão até o momento da fratura. Os dados assim passados por análise estatística, concluiu-se que os espécimes que receberam reforço intra-radicular com resina composta (sistema Luminex) e reforço com pino de zircônia não demonstraram diferença

estatisticamente significativa, porém obtiveram resultados melhores que o grupo que não recebeu reforço. Sendo assim concluíram que se faz necessário a utilização de reforços intra-radulares em dentes com paredes dentinárias finas e frágeis a fim de aumentar sua resistência e minimizar a reincidência de fraturas.

GLUSKIN *et al.* (2002) relataram que o uso de sistemas de pinos intra-radulares para a reabilitação de dentes tratados endodonticamente requer um detalhado planejamento, onde esse tipo de alternativa tem sido muito importante na reabilitação do complexo corono-radicular.

2.2 Características dimensionais do preparo e do pino

COLLEY *et al.* (1968) investigaram a capacidade retentiva de pinos intra-radulares de diferentes comprimentos, formas e superfícies, cimentados em raízes de incisivos. Os resultados indicaram claramente que as dimensões do pino influenciaram sua retenção.

STELRN & HIRSHFELD (1973) descreveram uma seqüência de princípios relativos ao diâmetro do pino para o preparo de dentes tratados endodonticamente a serem restaurados com núcleos. O diâmetro do pino, segundo os autores, deve ser de 1/3 do diâmetro da raiz e o contorno interno do preparo deve ter o mesmo contorno externo da raiz; a extensão apical deve alcançar um ponto que esteja localizado pelo menos no meio, entre o ápice da raiz e a crista do osso alveolar.

JOHNSON *et al.* (1976), avaliando as técnicas utilizadas para a restauração de dentes posteriores tratados endodonticamente, descreveram que

durante o preparo do dente, toda estrutura dentinária sadia deve ser preservada para proporcionar a máxima resistência dental.

GUTMANN (1977) afirmou que a remoção excessiva de dentina no preparo das paredes do canal radicular enfraquece o remanescente. Segundo o autor, o preparo correto deve alargar apenas discretamente a anatomia existente.

STANDLE *et al.* (1978) compararam a capacidade retentiva de três pinos pré-fabricados de dois comprimentos e dois diâmetros. Concluíram que o fator de importância dá o comprimento dentro da dentina, que quanto maior, maior a capacidade de retenção e que, as variações no diâmetro do pino não tiveram efeito na capacidade retentiva.

TURNER & WILLOUGHBY (1985) verificaram que a retenção de pinos intra-radulares varia em relação ao diâmetro dos mesmos, sendo que os maiores diâmetros proporcionam melhor capacidade retentiva e que pinos com sulcos de escape para o cimento são efetivamente mais retentivos que pinos de mesmo diâmetro com superfície lisa. Chegaram a essa conclusão através de um trabalho onde pinos de diferentes diâmetros foram cimentados com cimento de fosfato de zinco em raízes cujos canais foram preparados com brocas específicas. Os espécimes foram submetidos a testes de tração.

PERRISNARD *et al.* (1994) estudaram o comportamento mecânico das estruturas dentais através do método dos elementos finitos em modelo experimental tridimensional do dente pré-molar unirradicular sob carga axial, variando-se: o comprimento do pino; o diâmetro do pino; a forma do pino e a influência do suporte periodontal. Concluíram que o comprimento do pino foi o fator mais significativo;

pinos longos geraram menor tensão que pinos curtos. Observaram também que, quando o suporte ósseo está reduzido, a concentração de tensão aumenta e que, a combinação destes dois fatores foi mais significativa, gerando efeitos dramáticos para o osso alveolar e para a dentina.

ROCHA (2000) comparou a distribuição de tensões de von Mises em dentes endodonticamente tratados, com dois formatos de retentores intraradiculares, pré-fabricado cilíndrico/escalonado e fundido cônico, foi realizado pelo método dos elementos finitos em modelos tridimensionais de caninos superiores com geometria axi-simétrica e restaurados com coroas metalocerâmicas, aplicando-se uma carga oblíqua de 100N com 45° de inclinação em relação ao seu longo eixo. Os resultados indicaram uma discreta diferença nos dois modelos (formatos) de retentores. O pino escalonado neutralizou mais as cargas no sentido corono-apical e no pino cônico ficou evidenciado o efeito de cunha.

2.3 Propriedades físicas e *design* dos pinos

CRISTY & PIPKO (1967), ao descreverem uma técnica para a restauração de dentes tratados endodonticamente, afirmaram que os pinos pré-fabricados apresentaram uma resistência superior aos núcleos metálicos fundidos e que pinos de lados paralelos foram mais retentivos que pinos cônicos.

STANDLEE (1972) demonstraram que quanto à forma, os pinos podem ser paralelos ou cônicos. Os pinos cônicos geraram maior estresse em torno da raiz, quando as forças oclusais foram transmitidas externamente num sistema de cunha, enquanto que os paralelos causaram maior estresse na área apical, especialmente

durante a cimentação. Os pinos com paredes paralelas foram mais retentivos, porém exigiram maior desgaste dentinário na sua instalação.

HIRSCHFELD & STERN (1972) observaram que a forma do pino deve seguir o contorno anatômico do canal radicular, tanto vertical como transversalmente, evitando perfurações, bem como movimentos rotacionais do mesmo. Os autores contra-indicam os sulcos longitudinais no preparo do canal radicular, pois estes, invariavelmente, tendem a enfraquecer a estrutura dental.

JOHNSON & SAKAMURA (1978) compararam, individualmente e com combinações, a resistência à remoção de pinos pré-fabricados com comprimento, forma e diâmetro diferentes. Concluíram que pinos paralelos resistiram quatro vezes e meia a mais às forças de remoção que os pinos cônicos.

RUEMPING *et al.* (1979), utilizando raízes de incisivos centrais superiores incluídas em resina acrílica autopolimerizável, nas quais foram cimentados pinos pré-fabricados de diferentes formas, dimensões e configurações de superfície, verificaram a capacidade retentiva destes quando sujeitos à tração e torção. Após a análise estatística dos resultados, concluíram que, sob tração, tanto os pinos serrilhados quanto os rosqueados foram mais retentivos que os pinos de superfície lisa.

ZMENER (1980) descreveu a adaptação e ação de três tipos de pinos auto-rosqueáveis e rosqueados em dentina. Raízes foram preparadas e receberam pinos cônicos auto-rosqueáveis, paralelos auto-rosqueáveis e paralelos rosqueados de diferentes tamanhos. Apenas o pino rosqueado foi inserido com cimento de fosfato de zinco. Os espécimes foram radiografados, corados e observados em

microscópico para revelar microfraturas. Concluiu-se que a adaptação dos pinos intra-radulares nas paredes do canal é maior no terço apical e mínima no terço cervical, devido à anatomia do mesmo. A pressão lateral manual exercida durante o preparo do canal tende a alargá-lo, prejudicando a adaptação do pino. Citou ainda que, pinos de pequeno diâmetro mantêm menos contato com a dentina e permitem o enfraquecimento da raiz. Embora cada um dos três pinos possa causar tensão lateral e possíveis fraturas radulares, verificou que o pino paralelo e rosqueado na dentina não provocou concentrações de tensões, protegendo a raiz.

DE SORT (1983) dividiu os pinos, no que se refere ao tipo de superfície, em lisos, serrilhados e rosqueados. Os rosqueados promoveram maior retenção, seguido dos serrilhados e lisos. Possuíram ainda maior potencial de fratura de raiz na instalação, sendo indicados apenas em raízes curtas.

DEUTSCH *et al.* (1983) identificaram tópicos associados à utilização de pinos pré-fabricados. De acordo com os tratamentos revisados, concluíram que pinos paralelos auto-rosqueáveis foram os mais retentivos, seguidos pelos paralelos serrilhados, paralelos de superfície lisa e cônicos de superfície lisa. Em relação às tensões induzidas por tais meios auxiliares de retenção, afirmaram que pinos mais longos reduziram a concentração de tensões e que pinos paralelos de superfície lisa e sem sulco de escape para o cimento ocasionaram tensão mais intensa na região apical. Descreveram que não foram demonstradas diferenças significativas entre dentes vitais e dentes tratados endodonticamente em relação à fratura radicular. A respeito deste tópico, ressaltaram ainda que, raízes mais longas foram mais resistentes e que incisivos centrais restaurados com pinos paralelos foram significativamente mais resistente à fratura durante o impacto

MUSIKANT & DEUTSCH (1984) comentaram os sistemas de pinos pré-fabricados, classificando em passivos aqueles que não são rosqueados na dentina e em ativos os que são rosqueados na dentina. Ambos podem apresentar-se nas formas cônicas e cilíndrica (paralela). Afirmaram que as desvantagens estão associadas aos tipos de pinos utilizados, sendo os passivos cônicos os que mostraram menor capacidade retentiva e distribuição irregular de tensões ao longo do dente quando em função. Já os passivos paralelos garantiram aumento da retenção e distribuição de tensões mais uniforme, enquanto os ativos paralelos foram os mais retentivos, embora possam ser acompanhados por tensão durante sua inserção. Citaram ainda que a existência de sulcos de escape para o cimento ao longo da haste do pino possibilita a redução da pressão hidrostática.

HUDIS & GOLDSTEIN (1986) por meio de pesquisas bibliográficas, observaram que a avaliação da construção de pinos pode ser dividida em duas categorias; retenção e distribuição de estresse. Citaram pesquisas que têm demonstrado que os pinos em forma de rosca foram mais retentivos do que os pinos paralelos, seguidos pelos cilíndricos e que, os pinos cônicos apresentaram menor capacidade de retenção. Em estudos fotoelásticos de distribuição de estresse, os pinos cilíndricos mostraram padrões mais favoráveis e os pinos em forma de rosca, configurações menos desejáveis. Afirmaram que a distribuição de estresse foi mais importante que a retenção, porque o pino pode ser refeito se deslocado do dente. Entretanto, se a raiz fratura, comumente o dente é perdido.

COONEY *et al.* (1986), através de testes de resistência à tração e análise fotoelástica, compararam três tipos de pinos pré-fabricados de lados paralelos, sendo dois com extremidade apical cônica. O efeito do comprimento e diâmetro dos

pinos foi observado. Concluíram que pinos paralelos foram mais retentivos que pinos com extremidade cônica, afirmando que esta conicidade resultou em mínima retenção e é responsável pela produção de tensões na região apical. Essa concentração de tensões foi mais intensa quando utilizados pinos de extremidade cônica e de pequeno diâmetro e comprimento. Ressaltaram ainda que, a capacidade retentiva foi superior para todos os pinos de maior comprimento, mas não para os de grandes diâmetros.

GREENFELD *et al.* (1989) compararam um tipo de pino pré-fabricado paralelo e auto-rosqueável com outro pino paralelo mas serrilhado quando submetidos a um carregamento tangencial de compressão aplicado em ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente. Tais pinos foram cimentados nas raízes de incisivos e caninos superiores de dimensões semelhantes. Sobre os pinos foram confeccionadas coroas em resina composta através de coroa de celulóide. De acordo com os resultados, o pino auto-rosqueável foi superior ao serrilhado em resistência ao deslocamento quando o carregamento tangencial de compressão foi aplicado, assim como as raízes nas quais se inseriram esses pinos auto-rosqueáveis foram mais resistentes à fratura.

KING & SETCHELL (1990), com o objetivo de avaliar o protótipo de um pino pré-fabricado de fibras de carbono, realizaram um experimento comparando-o a outros sistemas de pino e núcleo. Para isso, utilizaram 40 incisivos centrais superiores, seccionados 2mm acima do limite amelo-cementário, que receberam quatro diferentes tratamentos de reconstrução intracoronária e restauração indireta com colar de 1mm abraçando o remanescente dental. O primeiro grupo recebeu núcleo metálico fundido, o segundo, pino pré-fabricado metálico e núcleo fundido; o

terceiro foi restaurado com pino pré-fabricado metálico e núcleo de compósito; e o último grupo, restaurado com pino de carbono e núcleo em resina. A carga de compressão foi aplicada por uma Máquina Universal de Ensaio, num ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente, a uma velocidade de 5mm/min. Foi registrado a carga necessária para causar fratura e o padrão de fratura dos espécimes. Os resultados demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos restaurados com núcleos fundidos e com pinos de carbono e núcleo de resina. Os demais grupos não demonstraram diferença estatística entre si. Todos os espécimes sofreram fratura radicular com deslocamento do pino. Entretanto, o padrão de fratura foi significativamente mais favorável nos dentes restaurados com pino de fibra de carbono, se comparando ao grupo restaurado com pino pré-fabricado metálico.

SORENSEN & ENGELMAN (1990) avaliaram o efeito da adaptação do pino na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente onde determinaram o efeito de diferentes modelos de pinos em 40 incisivos centrais superiores recentemente extraídos e tratados endodonticamente. Grupos de dez dentes eram preparados de acordo para quatro pinos de modelos experimentais. Os autores concluíram: 1- Pinos com lados paralelos tiveram uma menor frequência de fratura e menor envolvimento de estrutura dentária; 2- A máxima adaptação do canal com o pino cônico, aumentou significativamente o limiar de insucesso; 3- Pinos cônicos resultaram fraturas mais extensas envolvendo estrutura dental com direção apical e lingualmente e; 4- O pino cônico deveria ser utilizado com extrema atenção.

ROSS *et al.* (1991) analisaram as tensões geradas no remanescente radicular durante a colocação de cinco tipos de pinos intra-radicular. Vinte e cinco

incisivos centrais superiores com 1mm de remanescente coronário foram preparados. Cada grupo de cinco dentes recebeu os pinos Para-post, Flexi-post, Vlock-post, Kurer Fin Lock e Radix Anchor. Durante a colocação dos pinos Radix Anchor e Kurer Fin Lock foram registradas as maiores tensões sobre a raiz, estatisticamente superiores aos demais pinos, devido às brocas do conjunto serem levemente menores que o diâmetro desses pinos. Os demais não oferecem tanta resistência à inserção. Os autores sugerem cuidados na inserção de qualquer pino rosqueado, devido à possibilidade de concentração de tensões, aconselhando retroceder um quarto de volta ao atingir o término do preparo. Durante a prova do pino, recomendam a inserção lenta, pois a dentina é viscoelástica, ou seja, tem capacidade de dispensar essas tensões geradas em função do tempo.

BURGESS *et al.* (1992) investigaram a retenção e a resistência dos pinos Flexi-Post, Para-post e Vlock cimentados com Flexi-Flow e submetidos à força de tração, compressão e torção. O pino Flexi-Post apresentou-se significativamente mais retentivo nos testes de tração, seguido pelo Vlock e Para-Post. Todas as falhas foram adesivas na interface dentina-resina e, de acordo com os autores, é devido a este tipo de falha que os sistemas rosqueado promovem resistência à tração de superior importância àquela dos pinos cimentados.

KEYF & SAHIN (1994) comparam a retenção e a estabilidade de três sistemas de pinos intra-radulares pré-fabricados - Flexi-Post, Para-Post e Brasseler, variando seus diâmetros. Foram selecionados 42 raízes de incisivos superiores que receberam tratamento endodôntico. Os diferentes pinos foram cimentados através de cimento de fosfato de zinco. Na primeira parte da pesquisa foi aplicada força de tração no sentido do longo eixo dos pinos, numa velocidade de

1mm por minuto, até desaloja-las. Na segunda parte foi aplicada uma força de compressão num ângulo de 130°, à velocidade de 5mm por minuto. Foi anotada a força necessária para desalojar os pinos. Os resultados demonstraram que para os diâmetros menores, não houve diferença na resistência à tração. Porém, houve diferença entre os grupos para os diâmetros intermediário e largo. Para o diâmetro intermediário, o pino Flexi-Post, foi duas vezes mais retentivo que os demais. Quando foi aplicada a carga tangencial de compressão, num ângulo de 130°, este pino foi significativamente mais estável que os demais, comparado aos preparos de menor diâmetro. Para os diâmetros, maiores, não houve diferença estatística entre os grupos.

COHEN *et al.* (1995) testaram a resistência à força torcional em sete diferentes pinos pré-fabricados metálicos, cimentados no canal radicular através de cimento de fosfato de zinco e agente resinoso Flexi-flow. Foram preparadas 150 raízes, de incisivos centrais laterais, que foram divididas em onze grupos. Os quatro primeiros grupos dispunham de vinte raízes, onde metade foi submetida à força no sentido horário e a outra metade no sentido anti-horário. Os demais grupos receberam dez raízes cada, sendo que os corpos de prova foram submetidos apenas à força no sentido horário. Os pinos metálicos utilizados nesse experimento foram: Flexi-post, Flexi-flange, Para-post, Vlock-post, Access-post, Dentatus e World-post. Os resultados demonstraram que os pinos rosqueados foram mais resistentes às forças rotacionais, em especial os pinos Flexi-post e Flexi-flange. É interessante observar que houve fratura na cabeça dos pinos Flexi-flange, enquanto que para os outros houve despreendimento do interior do canal, indicando menor retenção. Não houve diferença na resistência às forças torcionais quando se utilizou cimento de fosfato de zinco ou agente resinoso. Foi salientado que aplicação de

forças torcionais foi o melhor método para comparar a estabilidade de pinos pré-fabricados, apesar de não ser tão conveniente quanto os testes de razão. Os autores caracterizam os pinos quanto ao meio de retenção, característica de superfície e forma e, dentre eles, citam o Flexi-post como pino paralelo, dividido no terço médio e apical, rosqueado ao canal, apresentando adequada retenção, tanto com cimento de fosfato de zinco como agente resinoso.

KAHN *et al.* (1996) citaram que a forma do pino intra-radicular pode ter um efeito direto na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Através desse estudo, compararam a resistência de 60 pré-molares unirradiculares, sendo que, em 45 raízes, foram cimentados pinos pré-fabricados, após tratamento endodôntico e preparo intra-radicular de acordo com o fabricante de cada sistema. Os três tipos de pino possuíam diferentes formatos e configurações, sendo pinos com metade do comprimento da haste paralelo com roscas e com a metade apical cônica lisa; paralelos com roscas em todo seu comprimento e paralelos com roscas, extremidade cônica e haste fendida. Como grupo controle, foram selecionadas 15 raízes, nas quais os canais foram desobturados deixando remanescentes 4mm de guta-percha no terço apical e os canais preparados foram preenchidos com amálgama. Para todas as raízes forma adaptadas e cimentadas coroas metálicas fundidas. Os espécimes foram termociclados, incluídos e posicionados em Máquina de Ensaio Universal para teste de resistência à fratura, onde o carregamento tangencial de compressão foi aplicado na cúspide vestibular e, em ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente. Os resultados mostraram que pinos rosqueados no canal radicular, com núcleos de amálgama e coroas metálicas cimentadas, não contribuíram para a redução de fraturas radiculares. Desse modo, concluíram que as diferentes formas dos pinos pré-fabricados não provocaram ou reduziram a

incidência de fratura radicular de dentes tratados endodonticamente restaurados com núcleos de amálgama e coroas protéticas, citando que estas são responsáveis pela distribuição das forças ao longo da raiz.

ISIDOR *et al.* (1996) testaram a fibra de carbono como material do pino de um retentor intra-radicular em comparação ao retentor tradicional fundido e a um retentor pré-fabricado de titânio. Os resultados mostraram que a fibra de carbono aumentou a resistência à fratura. Segundo os autores, apesar do resultado promissor deste estudo *in vitro*, trabalhos clínicos controlados deveriam ser efetuados.

PURTON & LOVE (1996), frente ao desenvolvimento de pinos pré-fabricados de fibra de carbono, propuseram-se a estudar sua rigidez e retenção, comparando-os aos pinos pré-fabricados metálicos. No teste de rigidez, o pino metálico demonstrou maior resistência à deformação sob carga de compressão, propriedade que os autores consideraram essenciais para retenção e estabilidade de uma coroa protética em função. Para o teste de resistência à tração, dez pinos de cada tipo foram cimentados em vinte raízes de agente de cimentação resinoso, onde o pino metálico mostrou-se ser estatisticamente superior, importante nos casos onde há pouco ou nenhum remanescente coronário. Essa superioridade é atribuída às retenções macromecânicas do pino metálico rosqueado e à ineficiente união química entre os agentes adesivos e a matriz epóxica que envolve as fibras longitudinais do pino de carbono.

NERDIZ *et al.* (1997), através de estudos, comprovou que mesmo sendo menor a resistência do titânio em relação ao aço inoxidável, no que tange aos pinos, isso não parecer significativamente. E que pinos metálicos com conformação

paralela são mais retentivos que os passivos cônicos; porém, necessitam de maior ampliação, portanto, maior desgaste do espaço do canal para sua instalação.

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

ALBUQUERQUE *et al.* (1998) relatam pinos intra-radulares de fibras de carbono vêm sendo usados, com várias vantagens: adesão à estrutura dental e ao material de preenchimento, módulo de elasticidade próximo ao do dente natural, resistência à corrosão, facilidade de remoção com brocas e solventes e o fato de permitirem um preparo mais conservador do dente.

ASMUSSE *et al.* (1999) avaliaram pinos cerâmicos pré-fabricados e constataram que os mesmos geralmente eram confeccionados com óxido de zircônia (94,9%), razão pela qual sua resistência flexural era similar à dos pinos metálicos, e maior que a dos pinos de fibra de carbono.

KOUTAYAS & KERN (1999) através de estudos e observações clínicas constataram que os pinos cerâmicos possuíam uma excelente característica estética em relação aos sistemas de pinos metálicos e de carbono, onde esses últimos mesmo com os dispositivos de opacificação da porção coronal do pino, o escurecimento era notado através da parede óssea vestibular e se tornava visível pelo tecido gengival.

DUTRA *et al.* (1999) avaliaram o efeito de diferentes formas anatômicas de pinos intra-radulares pré-fabricados na distribuição de tensões em incisivos centrais superiores, analisados pelo método dos elementos finitos bidimensional. Foram utilizados pinos de geometria cônica, cilíndrica e cilíndrica de dois estágios. Foi simulada a aplicação de uma carga estática de 100N na superfície palatina do dente. O valores médios das tensões (Mpa), internamente na porção radicular foram para os dentes (controle) de 36,8, para os de pinos cônicos 71,2, para os de pinos cilíndricos 58,6 e para os de pinos cilíndricos de dois diâmetros diferentes de 69,5. Já os valores médios das tensões na região cervical adjacente à crista óssea alveolar palatina forma para os dentes naturais de 293,0, para os de pinos cônicos de 309,8, para os de pinos cilíndricos de 304,9 e para os de pinos cilíndricos de dois diâmetros diferentes de 302,0. Concluiu-se que, em relação às três formas anatômicas dos pinos intra-radulares, pouca diferença houve com respeito à tensão de tração na porção externa da raiz no terço coronário na região palatina do

dente. Em relação à interface pino/dentina internamente no lado palatino do terço coronário da raiz, os pinos cônicos apresentaram uma maior concentração de tensão de tração na região, seguida pelos pinos cilíndricos de diâmetro único com a melhor distribuição de tensões sendo, portanto, em relação à forma anatômica, os mais favoráveis.

NISHIOKA & BOTTINO (1999) realizaram uma análise tridimensional com o método dos elementos finitos para estudar o papel de tensão produzida na dentina de um pino intra-radicular rosqueado e bipartido (Flexi-post, Essential Dental Systems) em um dente com tratamento endodôntico. Um modelo tridimensional de uma secção méso distal de um incisivo central superior sem a coroa clínica foi analisado em um programa de computador MSC/NASTRAN (Mac Neal/Schwendler). O modelo foi subdividido em 48.954 elementos finitos assimétricos e definido por 10.355 nós. Cada elemento foi definido como sendo uma única propriedade elástica. A homogeneidade, a isotropia e a elasticidade linear foram adotadas em todos os materiais. Uma carga elástica de 100N foi aplicada na borda incisal do pino numa direção de 45°. A tensão máxima de Von Mises foi calculada. Utilizando-se este modelo, pôde-se concluir a respeito do pino rosqueado bipartido que o fechamento da porção apical do pino resultou numa assimetria de tensão e que a tensão máxima na dentina estava localizada na porção cervical da raiz.

* VASCONCELLOS *et al.* (1999a) avaliaram o efeito de pinos intra-radulares pré-fabricados, confeccionados em vários materiais, na distribuição de tensões em incisivos centrais superiores tratados endodonticamente empregando o método bidimensional dos elementos finitos. Foram utilizados pinos de aço inoxidável, titâneo e fibras de carbono em matriz de Bis-gama. Os modelos foram

restaurados com resina composta como material de preenchimento coronário e recobertos com uma coroa de porcelana. Os modelos foram submetidos à análise pelo método dos elementos finitos, sendo aplicada uma carga estática de 100N com inclinação de 45° na borda incisal da superfície palatina do dente. Os valores médios das tensões em Mpa, internamente na porção coronária radicular, foram para os dentes naturais (controle) de 36,8, para os com pinos de fibra de carbono de 48, para os com pinos de titânio de 71,3 e para os com pinos de aço inoxidável de 132,2. Concluiu-se que os pinos de aço inoxidável apresentaram a maior concentração de tensões seguidos pelos de titânio e, por último, os de fibra de carbono, que demonstraram a melhor distribuição de tensões, significando menor tendência à indução de fraturas radiculares.

VASCONCELLOS (1999b) analisou a distribuição de tensões internas de von Mises, em uma prótese parcial fixa metalocerâmica de três elementos, e em suas estruturas de suporte, através de carregamento estático aplicado em 2 modelos matemáticos bidimensionais obtidos pelo método de elementos finitos. Em um modelo, foram utilizados retentores intra-radiculares fundidos em ouro e, no outro, pinos pré-fabricados (Flexi-Flange/EDS) com núcleos em resina composta. A partir da imagem impressa de uma peça anatômica de estudo, digitalizada diretamente em um "scanner", os desenhos foram confeccionados e suas imagens vetorizadas foram "exportadas" para o programa MSC/PATRAN 8.0, onde foram realizados o pré e pós-processamento, enquanto que a análise foi feita no MSC/NASTRAN 7.5, utilizando-se um carregamento de 100N distribuídos em 10 pontos das superfícies oclusais dos modelos. Os resultados mostraram que o retentor intra-radicular fundido em ouro desenvolveu uma menor concentração de tensões nos conectores da prótese parcial fixa, principalmente no conector mesial, enquanto que o pino pré-

fabricado com núcleo em resina composta gerou maiores tensões de tração na região méso-cervical do pré-molar, favorecendo à falha marginal.

XIBLE (2000) avaliou a resistência ao cisalhamento de sistemas de núcleos intra-radiculares. Foram utilizados pinos de cerâmica à base de dióxido de zircônia (Cosmopost), e pinos de titânio (Tenax). Os preenchimentos testados foram a resina composta fotopolimerizável (Tetric Ceram) e porcelana vítrea fundível (IPS Empress Post). Foram confeccionados 30 espécimes divididos em 03 grupos: 10 espécimes de pinos de cerâmica à base de zircônia, aos quais foi fundida porcelana vítrea; 10 espécimes de pinos de cerâmica à base de zircônia e resina composta fotopolimerizável; e 10 espécimes de pinos de titânio e resina composta fotopolimerizável, todos, de acordo com o fabricante. Os espécimes do grupo 1 necessitaram ser ajustados, por desgaste, à base de prova. Todos foram submetidos a uma força de cisalhamento em uma máquina de ensaios universal Kratos, até fratura. Concluiu-se através de análise estatística, assim como observação macroscópica que: 1) A resistência encontrada entre os componentes dos corpos de prova do grupo Pino de Zircônia X Cerâmica IPS Empress Post apresentou resultados estatisticamente não significantes em relação ao grupo em que foi usado Pinos de Titânio X Resina Composta. 2) Os resultados dos sistemas do grupo 1 - Pino de Zircônia X Cerâmica IPS Empress Post - e 3 - Pinos de Titânio X Resina Composta demonstraram diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo 2, em que foi empregado o sistema dos Pinos de Zircônia X Resina Composta.

FUKUSHIMA (2000) comparou in vitro a resistência à remoção de dois pinos pré-fabricados, cimentados com cimento de fosfato de zinco e com o cimento

resinoso Panavia F, quando submetidos a forças rotacionais. Estes pinos foram comparados com núcleos metálicos fundidos, que foram cimentados da mesma forma. Sessenta e seis dentes humanos unirradiculares foram tratados endodonticamente e incluídos em tubos de PVC com 15mm de comprimento. Suas coroas foram cortadas na altura da junção coroa-raiz e seus condutos preparados com brocas Gates e alargadores de Peeso, além das fresas, no caso dos pinos pré-fabricados, fornecidas com os mesmos. Os dentes foram divididos em seis grupos de 11 dentes cada: grupo 1) pinos Euro-Post cimentados com cimento de fosfato de zinco; grupo 2) pinos Euro-Post cimentados com Panavia F; grupo 3) pinos AccessPost cimentados com cimento de fosfato de zinco; grupo 4) pinos AccessPost cimentados com Panavia F; grupo 5) núcleos metálicos fundidos cimentados com cimento de fosfato de zinco; grupo 6) núcleos metálicos fundidos cimentados com Panavia F. Os resultados encontrados foram submetidos à análise estatística ANOVA e pôde-se concluir que: 1) os núcleos metálicos fundidos resistiram mais a forças rotacionais do que os pré-fabricados; 2) o pino AccessPost apresentou resistência a forças rotacionais superior ao Euro-Post, e 3) ambos os cimentos apresentaram resistências semelhantes a forças rotacionais.

CÂMARA *et al.* (2000) analisaram "in vitro" a resistência radicular à fratura mediante o uso de quatro tipos de retentores intra-radulares (fundidos e pré-fabricados). Os resultados mostraram que em relação à resistência radicular à fratura, o sistema Rodix-Anker foi o mais resistente, seguido dos dentes reforçados com amálgama e portadores de núcleos metálicos fundidos, depois de dentes portadores de núcleos metálicos fundidos normais e por último os dentes com o sistema Luminex 2000.

LEWGOY (2001) avaliou através do Método de Elementos Finitos (MEF), como diferentes pinos intra-radulares, podem alterar o padrão das tensões geradas de Von Mises e de máxima tração e compressão em relação ao elemento dental hígido. Foi utilizado desde o núcleo metálico fundido (ouro), aos pinos pré fabricados (Flexi Post/aço inoxidável e titânio, Flexi Flange/aço inoxidável e titânio, C-Post/fibra de carbono) e preenchimento coronário em resina composta. Todos os pinos intra-radulares foram fixados, com um cimento resinoso e recobertos por uma coroa total cerâmica. A partir de fotografias, da peça anatômica e, dos pinos estudados, foram criados modelos matemáticos bidimensionais, no programa MSC/Nastram 4.5 e, após aplicação de uma força de 100 Newton (N) na superfície palatina dos modelos, foi avaliada a distribuição das tensões geradas. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que os pinos intra-radulares alteram o padrão das tensões geradas e dependendo do desenho do pino intra-radular (cônico ou paralelo) e, do tipo de material constituinte (ouro, aço inoxidável, titânio ou fibra de carbono), a concentração e dissipação das tensões geradas, ocorrem de maneiras diferentes.

HEW *et al.* (2001) através de um estudo *in vitro*, compararam os pinos de titânio (IntegraPost) com os de aço inoxidável (Parapost), em relação à rigidez, retenção e capacidade de adesão às resinas compostas. Ambos exibiram propriedades similares em retenção e adesão a resina; porém o IntegraPost foi menos rígido em comparação ao Parapost.

STRUB *et al.* (2001) avaliaram pinos intra-radulares (zircônia, metálico e resina – experimental) quanto a resistência a fratura. Obtiveram como conclusões que pinos com módulo de elasticidade semelhante aos da dentina diminuem o índice

de fratura radicular .Os pinos de zircônia obtiveram os melhores resultados em relação a resistência a fratura, podendo ser utilizado em dentes anteriores.

KURER (2001) relata que existem dois fatores determinantes para o sucesso no uso de pinos intra-radulares; o 1º seria a retenção, resistindo a força de tração e o 2º seria a propriedade de distribuição do estresse.

ROSIN *et al.* (2001) analisou a configuração da superfície de sistemas de pinos intra-radulares e suas respectivas retenções, e concluiu que em geral superfícies mais ásperas e rugosas obtiveram melhor retenção, ou seja, a configuração do pino deve ser um importante fator a ser verificado quando na escolha dos sistemas de pinos intra-radulares pré-fabricados.

WEY & SEKITO JÚNIOR (2002) avaliaram os núcleos metálicos fundidos, cerâmico (Cerapost) e aço (Luminex) quanto à resistência à fratura. Foram formados três grupos de oito raízes bovinas. Após a cimentação com cimento resinoso autopolimerizável (Cement It/Jeneric-Pentron), foram realizadas a confecção de núcleos de preenchimento e cimentação de coroas protéticas em todos os espécimes. Os corpos de prova foram, então, submetidos a cargas de compressão (DL500-EMIC). Os resultados obtidos demonstraram que os pinos metálicos fundidos obtiveram uma maior resistência à fratura, não existindo diferenças estatisticamente significativas entre os pinos de aço (Luminex) e os pinos cerâmicos (Cerapost).Relataram também que apesar do trabalho ter revelado uma maior resistência à fratura dos pinos fundidos, as cerâmicas são um dos materiais que mais evoluíram nos últimos anos, devido a um maior grau de exigência estética por parte dos pacientes e dos profissionais. Por isso, o interesse no uso dos pinos cerâmicos que apesar de

apresentarem menor resistência à fratura em relação aos fundidos não obtiveram diferença estatisticamente significativa aos pinos pré-fabricados em aço.

OTTL *et al.* (2002) utilizando corpos de prova feitos de resina posterior com módulo de elasticidade semelhante ao da dentina natural, simulou raízes de incisivos centrais superiores para testar através de máquina de ensaio universal as características de fratura de alguns sistemas de pinos intra-radiculares usando para cimentação o PANA VIA 21TC. O maior índice de fratura foi obtido com os sistemas de pinos de fibra de carbono. Já os pinos metálicos que continham paládium não tiveram diferença de resultado estatisticamente significante entre os que não continham paládium. Os pinos cerâmicos que possuíam óxido de alumínio obtiveram resultados diferentes comparados ao que continham zircônia em sua composição, sendo esses mais resistentes.

2.4 Confeção de núcleos e/ou restauração

TIDMARSH (1976) relatou que o acesso para o tratamento endodôntico remove uma parte substancial da dentina coronária e cargas relativamente fracas podem causar uma significativa deformação e, até mesmo, fratura. Afirmou, ainda que, o sucesso de dentes despolpados e enfraquecidos depende do conhecimento da fragilidade destes e de uma adequada restauração que proteja o remanescente dental, garantindo sua função na cavidade bucal.

MARTINS *et al.* (1991) visando tratamento mais conservador e não eliminando tecido dental sadio, no caso, esmalte solapado, sugeriram o preenchimento da dentina perdida com material substituto. Foram realizados testes

para se verificar qual produto cumpriria melhor a função de suporte. Dentes pré-molares hígidos, extraídos com finalidade ortodôndica foram preparados, selecionando-se quatro grupos: (a) dentes preparados sem preenchimento; (b) preenchidos com ionômero; (c) preenchidos com resina; (d) dentes sem preparo. Nos testes de compressão, a resina apresentou melhores resultados.

TROPE & TRONSTAD (1991) avaliaram a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente, restaurados com cimento de ionômero de vidro ou resina composta. Foram preparadas cavidades MOD em 64 pré-molares, restauradas através de quatro diferentes métodos. Para o grupo I, as cavidades foram tratadas com ácido poliacrílico a 10% e restauradas com cimento de ionômero de vidro. No grupo II, as cavidades foram tratadas como no grupo anterior e preenchidas com cimento de ionômero de vidro até 2mm aquém da face oclusal, que foram completados com amálgama. O mesmo procedimento foi realizado para os dentes do grupo seguinte, com a diferença de que os 2mm oclusais foram preenchidos com resina composta. Para o último grupo, as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico e completamente reconstruídas com resina composta. As paredes vestibulares foram submetidas ao carregamento tangencial de compressão aplicado em ângulo de 150° em relação ao longo eixo dos dentes até a fratura. Verificaram que todos os dentes fraturaram de maneira similar, independente da técnica restauradora empregada. A resistência à fratura dos dentes restaurado com cimento de ionômero de vidro foi a mesma, quando este se apresentou sob o amálgama ou sob a resina composta e também quando comparados aos dentes restaurados somente com resina composta. Já aqueles totalmente reconstruídos com cimento de ionômero de vidro foram menos resistentes, mostrando diferença significativa quando comparados aos restaurados

com resina composta. Concluíram que, sob as condições deste estudo, o cimento de ionômero de vidro não aumentou a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente quando usado como único material restaurador, devendo portanto, ser usado somente como base. Já a resina composta aumentou a resistência dos dentes, quando utilizada para restaurar completamente as cavidades.

CHANG & MILLSTEIN (1993) investigaram a adaptação e a configuração de pinos pré-fabricados (Para-Post, Unity-Post e Flexi-Post) e três materiais para construção de núcleos (amálgama, resina composta e resina composta reforçada com titânio). Os autores concluíram que: 1 – as falhas nas forças de compressão dos núcleos com os pinos pré-fabricados dependem do sistema de pinos e dos núcleos construídos. Os pinos Flexi-Post foram mais resistentes nas cargas compressivas; 2 – as falhas nas forças de compressão também foram afetadas pela espessura da cobertura da cabeça do pino; núcleos com espessura de 3mm resistiram mais que a cobertura de 1mm, 3 – a resina composta foi mais resistente ; 4 – os pinos Flexi-Post foram mais retentivos; 5 – o amálgama apresentou uma retenção superior às duas resinas e; 6 – a resina reforçada com titânio apresentou menor resistência.

LINDE (1993) discutiu o uso de resinas compostas junto a pinos pré-fabricados para a reconstrução de dentes tratados endodonticamente, afirmando que estudos clínicos e laboratoriais têm demonstrado que esses materiais podem proporcionar os mesmos resultados que os estudos convencionais, em termos de função e resistência. Também indicou a resina composta para restaurar raízes

debilitadas com finas paredes de dentina, tornando possível a colocação de pinos intra-radulares.

HUYSMANS *et al.* (1993) realizaram uma avaliação do comportamento de pinos intra-radulares e núcleos coronários de amálgama ou resina composta, quando sujeitos a cargas mecânicas cíclicas. Observaram que o uso do amálgama para a confecção do núcleo sobre o pino intra-radicular pode aumentar o risco de fratura radicular.

CAMPOS *et al.* (1999) avaliaram as possíveis causas da ocorrência da freqüência do desprendimento da coroa, quando cimentada sobre preenchimento de resina composta. Os autores atribuem a importância deste trabalho devido ao fato de que dentes endodonticamente tratados podem ser restaurados com coroas protéticas cimentadas sobre retentores intra-radulares fundidos ou sobre pinos pré-fabricados acrescidos de preenchimento. Determinaram-se três condições experimentais: 7 dentes com retentores intra-radulares fundidos, 7 dentes totalmente preenchidos com resina composta fotopolimerizável (RC) sobre pino pré-fabricado e 7 com remanescente dentinário e preenchimento parcial com a mesma resina composta. Os preparos foram padronizados e moldados. As coroas foram fundidas em NiCr. Após a cimentação com cimento de fosfato de zinco, os corpos de prova foram submetidos à ciclagem térmica e à fadiga mecânica. Em seguida, foram imersos em fuccina básica a 0,05% por 8 horas. Após o seccionamento das coroas, três examinadores aferidos avaliaram visualmente, com lupa de aumento, o grau de infiltração, segundo uma escala de valores. Os dados obtidos foram submetidos à análise de intervalos de confiança, sob nível de 90% de confiança. Concluiu-se que os núcleos de metal fundido comportaram-se de forma semelhante aos núcleos

parciais (dentina/RC) com infiltração ao nível cervical e os núcleos totalmente em resina apresentaram maior infiltração, chegando a alcançar o terço da parede axial.

AKISLI *et al.* (2002) estudaram a resistência à força de tração de vários materiais usados como núcleos de preenchimento em diferentes formas de condicionamentos dos pinos de titânio. Utilizaram 6 tipos de núcleos de preenchimento e 5 condicionadores de superfície para 2 tipos de opacos com 10 exemplares para cada grupo; e mais 60 exemplares que não passaram por nenhuma técnica de condicionamento foram considerados o grupo controle do estudo. Sofreram um processo de termociclagem (5 -50°C, 30s, 5.000 ciclos), e a máxima força de tração foi determinada através de uma chave de movimento eletrônico de torque. Sendo assim, como conclusão, obtiveram que a resistência a força de tração aumentou para núcleos em pinos de titânio com o uso de sistemas de condicionamento de superfície e variou de acordo com o tipo de opaco usado, sendo que o tipo de material para núcleos também influenciou significativamente na resistência depois da termociclagem.

2.5 Preenchimento radicular

TJAN & WHANG (1985) pesquisaram a resistência à fratura de raízes com diferentes espessuras de parede dentinária vestibular. Quarenta *núcleos metálicos fundidos* foram confeccionados para raízes que tinham paredes vestibulares com remanescente de dentina na entrada do canal com espessura de 3mm, 2mm, 1mm e 0,5mm com um término cervical em chanfrado. Um carregamento tangencial de compressão foi aplicado em ângulo de 30° em relação

ao plano horizontal. De acordo com os resultados, raízes com parede dentinária menor que 1mm de espessura foram mais propensas à fratura.

LUI (1987) descreveu, através de casos clínicos, um método para fortalecer a porção cervical de raízes debilitadas. Tais efeitos radiculares foram preenchidos com resina composta fotopolimerizável, seguido de preparos para a colocação de pinos intra-radulares. Esse procedimento, segundo o autor, é simples de ser realizado e é indicado para casos em que um meio auxiliar de retenção intra-radicular é necessário para sustentar uma coroa protética.

BARKHORDAR *et al.* (1989) afirmaram que as fraturas de dentes desvitalizados restaurados sem reforço são um dilema familiar para o dentista. Realizaram um estudo para examinar o efeito de um "colar" metálico com aproximadamente 3° de conicidade sobre a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. As coroas de incisivos centrais superiores foram removidas de 1 a 2mm acima de junção cimento/esmalte. O ápice radicular foi obturado com gutapercha em uma extensão de 5mm e as raízes foram divididas em dois grupos. No grupo I foram feitos preparos intra-radulares com profundidade de 8mm e confeccionados núcleos metálicos fundidos. Para o grupo II, os mesmos preparos intra-radulares do grupo anterior foram realizadas mas, foi feito um cônico do remanescente de parede dentinária, sobre o qual foi confeccionado o núcleo metálico fundido, permitindo a formação de um "cola" metálico ao redor da estrutura denta. Após a inclusão das raízes em resina acrílica, os corpos de prova foram testados em Máquina de Ensaio Universal, sendo usado um carregamento tangencial de compressão aplicado na superfície lingual em ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente. Os resultados demonstraram que houve diferença

na localização da fratura entre dentes com e sem “colares” metálicos. Os tipos de fraturas ocorridas no grupo II sugeriram que os dentes com “colar” metálico foram adequadamente reforçados e adquiriram maior resistência contra fratura.

BUCK *et al.* (1992) sugeriram a utilização do cimento de ionômero de vidro para preencher o canal radicular, atuando como “dentina artificial” e possibilitando a manutenção de raízes que estariam condenadas à exodontia. Após a remoção do tecido cariado, o material preencheria toda a região interna do canal e, posteriormente, seria realizado o preparo intra-radicular para a confecção do *núcleo metálico fundido*. Ressaltaram que, por se tratar de técnica conservadora, porém recente, seriam necessários experimentos laboratoriais e clínicos para sua utilização como rotina clínica.

LUI (1992) citou que muitas aplicações clínicas têm sido recomendadas para o cimento de ionômero de vidro reforçado por prata (CERMET) devido a suas melhores propriedades comparando ao cimento de ionômero de vidro original. Afirmou que esse cimento tem sido aceito como um substituto de dentina que pode fortalecer o dente, sendo sugerido para reforçar raízes enfraquecidas de dentes tratados endodonticamente. Dessa maneira, relatou um caso clínico onde o cimento de ionômero de vidro Cermet foi utilizado para preencher e reforçar a parte cervical da raiz de um canino superior que apresentava paredes debilitadas devido à extensão da lesão cariosa. A porção apical do canal radicular foi preparada anteriormente e, após a adaptação de um fio metálico lubrificado, de lados paralelos e superfície lisa no canal, o Cermet foi injetado ao redor deste, preenchendo o defeito da raiz. Depois da geleificação do cimento, o pino foi removido e realizado um preparo para *núcleo metálico fundido*. Descreveu, assim, que raízes

reconstruídas com materiais restauradores adesivos tornam-se capazes de suportar uma restauração indireta, possibilitando a realização de um tratamento conservativo.

PIERRISNARD *et al.* (1994) estudaram, sob as mesmas condições experimentais do trabalho anterior, a distribuição das tensões axiais com dois tipos de reconstruções: pino radicular com material de preenchimento e pino e núcleo fundidos. Concluíram que o pino e núcleo fundido distribuem melhor a carga aplicada, principalmente ao redor da área crítica localizada 2mm para-oclusal e para-apical da junção amelocementária.

MARTINS (1995) pesquisou a resistência à fratura de raízes debilitadas preenchidas com materiais adesivos. *Núcleos metálicos fundidos* foram cimentados em raízes, nas seguintes condições: controle positivo – raízes hígdas com preparos convencionais; controle negativo – raízes com preparos simulando debilitação; raízes debilitadas preenchidas com cimento de ionômero de vidro convencional; raízes debilitadas preenchidas com cimento de ionômero de vidro reforçado por prata; raízes debilitadas preenchidas com híbrido de cimento de ionômero de vidro/resina composta e; raízes debilitadas preenchidas com sistema adesivo/resina composta. Sobre os núcleos metálicos fundidos foi aplicado um carregamento axial de compressão. Com base nos resultados obtidos, concluiu que, entre os materiais testados, a resina composta apresentou melhor desempenho, proporcionando às raízes maior resistência à fratura.

SAUPE *et al.* (1996) pesquisaram a validade do reforço de raízes comprometidas devido à grande perda de estrutura dentinária. Metade das raízes foi preenchida com resina composta seguido do preparo intra-radicular e da cimentação de *núcleos metálicos fundidos* com agente cimentante resinoso. As demais raízes

debilitadas receberam apenas núcleos metálicos abrangendo todo o diâmetro do canal, também fixados com agente cimentante resinoso. Verificaram que as raízes reconstruídas com resina composta foram cerca de 50% mais resistentes à fratura que às raízes que possuíam apenas os núcleos metálicos preenchendo os canais.

MARCHI (1997) avaliou a resistência à fratura de raízes debilitadas através da utilização de um sistema adesivo atuando como “dentina artificial” associado aos pinos intra-radulares nas reconstruções morfológicas. As raízes de 76 dentes unirradulares, entre incisivos centrais superiores e caninos superiores, foram separadas das coroas e divididas de acordo com seus volumes. Metade dessas raízes foram desgastadas internamente até apresentarem dimensões padronizadas, simulando enfraquecimento. Tais raízes foram preenchidas com sistema adesivo/composto. Trinta e oito raízes, entre debilitadas e híginas, foram preparadas para receberem núcleos metálicos fundidos e, as demais, para receberem pinos pré-fabricados, ambos cimentados com cimento fosfato de zinco. Os corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência à fratura. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes dos fatores experimentais: volume da raiz, sendo as raízes híginas grandes as que apresentaram maior resistência à fratura; condição da raiz, onde as raízes híginas foram mais resistentes e tipo de pino intra-radicular, sendo que as raízes com pinos pré-fabricados cimentados apresentaram maior resistência à fratura. Também houve efeito significativo da interação Volume da raiz X Condição da raiz onde as raízes grandes e híginas foram mais resistentes que as demais e da interação condição da raiz X Tipo de pino intra-radicular, onde as raízes híginas com pinos pré-fabricados foram as mais resistentes. Sob as condições estudadas, raízes grandes, híginas e

com pinos pré-fabricados cimentados apresentaram melhores resultados de resistência à fratura.

MARCHI (1998) avaliou a resistência à fratura de raízes hígidas e debilitadas reconstituídas internamente com diferentes materiais de preenchimento atuando como "dentina artificial" associados a pino intra-radicular. Os resultados mostraram diferença estatisticamente significante em relação à condição da raiz, sendo as hígidas mais resistentes à fratura que as debilitadas. Avaliando o material de preenchimento, as raízes restauradas com agente cimentante ALL BOND C&B apresentam os menores valores de resistência à fratura, mostrando diferença estatisticamente significativa apenas quando comparado ao VITREMER. Já os materiais VITREMER, DYRACT AP e Z100 exibiram o mesmo comportamento, não havendo, entre eles, diferença estatisticamente significativas.

ROCHA (2001) avaliou a resistência à fratura de raízes debilitadas através da utilização de um sistema adesivo associado a um compósito ou a um cimento resinoso atuando como "dentina artificial". Além disso, foram também associados diferentes tipos de pinos para verificar se estes influenciam na resistência. As raízes de 80 dentes unirradiculares bovinos, foram preparados de modo a simular a raiz do incisivo central superior humano. Estas foram divididas em oito grupos com dez elementos cada um, onde em sete grupos as raízes sofreram desgaste interno para simular enfraquecimento radicular e um grupo permaneceu com as raízes íntegras. Foram obtidos, assim, oito grupos experimentais: controle negativo – raiz hígida com pino fundido fixado com cimento resinoso, controle positivo – raiz debilitada com pino fundido fixado com cimento resinoso e, outros seis grupos preparados de forma a testar os materiais para realizar reforço radicular:

compósito Filtek Z250, cimento resinoso C-Post ISSO 120 e pino de fibra de vidro Luscent Anchors. Após o preparo dos corpos de prova, estes foram submetidos ao teste de resistência à fratura com aplicação de carregamento tangencial de compressão em um ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz, a velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que não houve diferença entre as técnicas para simulação de reforço radicular (dentina artificial), quanto à sua resistência à fratura e que, existe diferença estatisticamente significativa no padrão de fratura de raiz debilitada com núcleo metálico fundido e raiz debilitada com reforço radicular (dentina artificial) associada a um pino intra-radicular metálico ou, pino intra-radicular de fibra de carbono ou, pino intra-radicular de fibra de vidro. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os pinos intra-radicular metálico, fibra de carbono e fibra de vidro, quando comparados entre si.

2.6 Cimentação

JORGENSEN (1960), avaliando os fatores que afetam a espessura da película de cimento, constatou que a força aplicada sobre a restauração influencia a espessura da película de cimento de fosfato de zinco e que a efetividade da força aplicada não ultrapassa 5Kg. Concluiu também que, a duração da força aplicada influencia a espessura da película de tal forma que, dentro de certos limites, quanto maior tempo de aplicação da força, menor a espessura da película de cimento de fosfato de zinco.

CHONG *et al.* (1963) demonstrou que a resistência mecânica do cimento de fosfato de zinco cresce com o tempo. Aos 7 minutos, alcança 77Kg/cm², aos 30 minutos 883Kg/cm², e 1.183Kg/cm², ao cabo de 24 horas.

PHILLIPS (1973) afirmou que o cimento de fosfato de zinco não se une quimicamente ao metal ou dentina, mas sua retenção se faz graças à penetração de seus cristais entre duas superfícies intimamente opostas. A resistência à remoção por tração dos pinos cimentados com cimento de fosfato de zinco está relacionada com suas propriedades físicas, ou seja, seu imbricamento mecânico às irregularidades do metal e da dentina. Apesar de oferecer uma resistência à compressão boa (100,3Mpa), o cimento de fosfato de zinco apresenta baixa resistência à tração (5,5Mpa), o que o identifica como material friável. A espessura do filme de cimento entre a restauração e o dente, é um fator que influencia na retenção, sendo que, quanto menor a espessura, maior será a retenção.

ASSIF & FERBER (1982) compararam a retenção de pinos pré-fabricados fixados com cimento de fosfato de zinco e cimento resinoso. Após a inserção dos pinos, as raízes incluídas em resina acrílica e submetidas as testes de resistência à tração em Máquina de Ensaio Universal. Os resultados dessa investigação indicaram que uma retenção superior foi observada quando pinos paralelos serrilhados foram fixados com cimento resinoso.

GOLDMAN *et al.* (1984), com relação ao método de cimentação, relataram que a colocação do cimento com broca lântulo demonstrou uma melhor distribuição do cimento, assim como maior retenção do pino, em comparação com a colocação do cimento com ponta de papel, calcador endodôntico ou diretamente sobre o pino.

DILTS *et al.* (1986) demonstraram que o cimento de fosfato de zinco é o menos afetado pelo eugenol, porém ressaltaram que em canais obturados com cimento endodôntico contendo eugenol e apropriadamente limpos, a cimentação de pinos com Panavia possuiu de 30 a 46% mais retentividade que com cimento de fosfato de zinco.

CHAPMAN *et al.* (1985) compararam a resistência à remoção de pinos pré-fabricados (Para-Post), cimentados com e sem agentes de união dentinária. Usaram resina composta Clearfill posterior (Kuraray) mais agente de união Clearfill; Core Past (Dent Mat.) mais Scotchbond. Os melhores resultados foram obtidos com Clearfill e Isopast, quando usados como adesivo dentinário. Os autores afirmaram que uma retenção adicional pode ocorrer se um agente de união dentinário for usado, mas isto dependerá da resina usada e dos cuidados com a técnica de aplicação. Apesar das diferenças encontradas, concluíram que os quatro materiais, com ou sem o uso de adesivo, apresentaram resultados de retenção clinicamente aceitáveis e a escolha do material deverá basear-se em outros fatores, como o custo e a conveniência.

MILLSTEIN *et al.* (1987) demonstraram que os cimentos resinosos são mais aptos a deformarem-se sob baixo nível de tensão. Já o cimento de fosfato de zinco não se deforma antes que ocorra sua fratura, sob alto nível de tensão. Não encontraram diferença significativa adicionada a pinos rosqueados no canal com cimento resinoso ou com cimento de fosfato de zinco. Tal fato foi verificado através de um experimento com 100 dentes unirradiculares, entre incisivos e pré-molares. As coroas foram separadas das raízes e divididas em cinco grupos, sendo um grupo controle, no qual pinos paralelos e auto-rosqueáveis foram inseridos sem cimento.

Nos demais grupos, os pinos foram fixados com cimento de fosfato de zinco e três tipos diferentes de cimento resinoso. Uma força de tração foi aplicada até que os pinos se separassem das raízes. Concluíram, assim, que os pinos pré-fabricados rosqueados na dentina resistiram ao deslocamento, apesar da ausência de cimento, mas que este aumenta significativamente a retenção dos mesmos.

MCLEAN (1990) descreve de maneira detalhada as indicações do ionômero Cermet. Dentre outras, ressalta reconstruções morfológicas, preenchimento de raízes, obturação retrógrada. Enfatiza que estas indicações só são possíveis em função de suas propriedades mecânicas, como resistência flexural e módulo de elasticidade. Afirma, também que sua propriedade anticariogênica pode manter íntegro o esmalte, conferindo longo período de proteção.

MARTIGNONI *et al.* (1990) compararam núcleos metálicos e pinos pré-fabricados juntos com núcleos metálicos passivos cimentados com cimento resinoso muito fluido. O desajuste foi obtido com ajuda de uma silicona, permitindo que não existisse nenhum contato entre o núcleo e as paredes do canal. Amostras foram seccionadas num micrótomo e observadas em um microscópio ótico. O núcleo passivo apresentou maior penetração do cimento nos túbulos dentinários e a película da cimentação mais compacta, devido ao melhor escoamento. Os autores afirmaram que o núcleo passivo constitui um sistema mecânico que reforça internamente o dente desvitalizado, permitindo menor desgaste de estrutura dental e evitando microfraturas no ato da cimentação.

STADLEE & CAPUTO (1992) estudaram a resistência ao deslocamento do pino Para-Post cimentado com três agentes cimentantes, usando técnica micromecânicas e adesivas para aumentar a resistência. Segundo os autores, a

cimentação de pinos passivos com agentes resinosos possui retenção similar à encontrada em pinos ativos, porém ressaltaram que a camada de cimento pode distribuir os estresses funcionais mais eficientemente que as roscas de pino ativo. Entretanto, excessiva resistência ao deslocamento, em qualquer forma, pode predispor à fratura dental.

TJAN & NEMETZ (1992) investigaram o efeito do eugenol residual na retenção de pinos Para-Post cimentados com o cimento resinoso Panavia. Identificaram e determinaram ainda, o procedimento da limpeza mais efetivo. Observaram substancial decréscimo na retenção de pinos cimentados com Panavia na presença de eugenol (6,5Kg), porém quando foi previamente feita irrigação com álcool etílico (21,5Kg) ou condicionamento com gel de ácido fosfórico a 37% (19,2Kg), a resistência ao arrancamento dos pinos foi restaurada. Concluíram também que pinos cimentados com Panavia e com procedimento de limpeza dos canais adequado mostravam-se de 30% a 46% mais retentivos que os pinos cimentados com fosfato de zinco sem tratamento prévio (14,7Kg).

EL-MOWAFY & MILENKOVIC (1994) tinham como propósito de estudo verificar a capacidade retentiva de pinos intra-radiculares pré-fabricados estabilizados com seis diferentes sistemas de cimentação adesiva comparados ao cimento de fosfato de zinco. Raízes de 42 dentes, entre caninos e pré-molares, foram instrumentadas até a profundidade de 8mm para receber os pinos. Após a cimentação, os pinos foram submetidos a forças de tracionamento até que ocorressem suas separações das respectivas raízes. Como relevância clínica dessa investigação, ressaltaram que os pinos pré-fabricados fixados com dois

determinados cimentos resinosos necessitam de maior força de tração para serem deslocados em relação aos pinos cimentados de fosfato de zinco.

MENDOZA & EAKLE (1994) avaliaram a retenção de pinos pré-fabricados fixados com três diferentes cimentos resinosos e com um cimento de ionômero de vidro convencional. As raízes de 60 caninos superiores foram preparadas em blocos de resina acrílica. Depois da análise das forças necessária para deslocar os pinos, concluíram que, entre os cimentos utilizados, o cimento de ionômero de vidro convencional foi igualmente ou, até mais retentivo, que dois dos cimentos resinosos.

PHILLIPS (1995) publicou a nona edição de seu livro, apresentando os novos sistemas de materiais odontológicos, assim como o avanço em suas formulações e as mudanças que ocorreram em sua prática clínica.

MORANDO *et al.* (1995) realizaram uma mensuração da pressão hidrostática durante simulação da cimentação de pinos. *Pinos fundidos* e núcleos eram fabricados e cimentados com três diferentes agentes de vedação: cimento resinoso, cimento de ionômero de vidro e cimento de fosfato de zinco. Obteve-se como resultado durante a cimentação dos pinos em pressão hidrostática (psi) os seguintes resultados: cimento de fosfato de zinco 22,67; cimento resinoso, 19,77; e cimento de ionômero de vidro, 17,66. O cimento fosfato de zinco criou substancialmente maior pressão hidrostática que os demais.

MOTA (1997) constatou que a quantidade de cimento de fosfato de zinco utilizado na cimentação de pinos pré-fabricados cônicos serrilhados não influenciou na força de tração, sendo que os pinos se soltaram, de uma maneira geral, pela falta de adesão do cimento na parede dentinária do canal radicular.

CAPP *et al.* (1997), utilizando *núcleos metálicos fundidos* em CuAl (Duracast MS), verificaram que o cimento adesivo Panavia 21 apresentou melhor desempenho do que o cimento de fosfato de zinco, quanto à resistência, à remoção por tração e; a criação de um alívio de 0,1mm ao redor do núcleo não diminuiu a capacidade retentiva nos cimentos estudados.

UTTER *et al.* (1997) estudaram o efeito dos procedimentos de cimentação na retenção de pinos pré-fabricados. Os materiais utilizados para fixar os pinos foram o cimento de fosfato de zinco associado ou não à técnica de condicionamento ácido da superfície dentinária e o agente resinoso, sempre após o ataque ácido da dentina. Após a termociclagem, os espécimes foram submetidos à força de tração. Observaram que os pinos cimentados com o material resinoso foram significativamente mais resistentes à tração que os pinos fixados com o cimento de fosfato de zinco e que o condicionamento ácido, antes da utilização desse, não aumentou a sua capacidade de suportar as forças de tracionamento.

NAVARRO & PASCOTTO (1998) descreveram as indicações, contra-indicações e cuidados técnicos da manipulação dos cimentos de ionômero de vidro. Além disso, abordaram as propriedades físicas, químicas e mecânicas do material, sua evolução histórica e as formas de apresentação comercial.

GUIMARÃES *et al.* (1999), num estudo *in vitro*, compararam a resistência à remoção por tração de pinos pré-fabricados cimentados com três agentes cimentantes diferentes. Foram utilizados 120 dentes – 60 incisivos centrais superiores e 60 caninos inferiores -, divididos em seis grupos de vinte. A parte coronária dos dentes foi cortada, e suas raízes, então com 16,0mm de comprimento, tiveram os canais tratados e aliviados, a fim de permitir um espaço de

10,0 mm para a cimentação dos pinos. Pinos Maillefer de titânio, com configuração cônica serrilhada, modelo Unimetric 215 TR nº 310L, foram cimentados em cada um dos grupos de incisivos e caninos. Os grupos 1 e 2 receberam, cimento de fosfato de zinco; os grupos 3 e 4 receberam cimento de ionômero de vidro; e os grupos 5 e 6 receberam cimento resinoso. Os corpos de prova foram submetidos à carga de tensão em uma máquina de ensaio universal EMIC a uma velocidade de 1 mm/min. Os resultados obtidos foram analisados pelo teste estatístico de U Mann-Whitney, que permitiu concluir que os pinos pré-fabricados cimentados com cimento de ionômero de vidro foram os mais resistentes à remoção por tração, seguidos dos cimentados com cimento de fosfato de zinco e com o resinoso. Observaram-se diferenças significativas na resistência à remoção de pinos cimentados com cimento de ionômero de vidro entre incisivos e caninos, sendo que as forças aplicadas para a remoção dos pinos dos caninos foram maiores do que as que removeram os pinos dos incisivos.

GOLDBAUM *et al.* (2000) avaliaram a retenção de pinos rosqueáveis, Luminex Titanium (Dentatus), cimentados com dois cimentos resinosos RelyX (3M) e Comspan (Dentsplay) em dentes uni-radiculares. Foram utilizados 30 caninos superiores humanos tratados endodonticamente, sendo que suas coroas foram removidas 1mm acima da junção amelocementária e os canais radiculares divididos em três diferentes preparos: convencional, ampliado e retificado com auxílio de resina Z100 (3M), com uma profundidade de 8 mm para receber um pino Luminex nº 6. Cimentados, os corpos de prova foram armazenados em um soro fisiológico com temperatura de 37°C por 48 horas, sendo estes submetidos ao teste de tração em uma máquina de teste universal Versatest. Como resultado, obtiveram que o cimento RelyX apresentou maior adesão que o Comspan.

PURTON *et al.* (2000) compararam pinos intra-radulares cerâmicos (Cerapost) e de aço inoxidável (Parapost) quanto a rigidez e retenção. Para o teste de retenção, os pinos cerâmicos foram cimentados utilizando três protocolos diferentes: (1) ionômero de vidro, (2) agente silano e cimento resinoso e (3) condicionamento de superfície, agente silano e cimento resinoso. Os pinos de aço inoxidável foram cimentados com resina. Foi utilizado uma máquina de análise (Mann-Whitney U analysis) e obteve-se que os pinos de cerâmicos (Cerapost) foram significativamente mais rígidos do que os de aço inoxidável (Parapost), porém os mesmos, cimentados com resina foram significativamente mais fortes em retenção do que os pinos cerâmicos em qualquer protocolo de cimentação utilizado no estudo. Entre os pinos cerâmicos, os que obtiveram melhores resultados em relação a retenção foram os cimentados com agente silano e cimento resinoso, seguidos dos pinos cimentados com cimento de ionômero de vidro. Os pinos que passaram por um condicionamento de superfície obtiveram resultados variados, necessitando de melhores avaliações antes de qualquer indicação mais precisa.

FERRARI *et al.* (2002) através de um relato clínico, mostraram a efetividade da utilização de microbrushs como carreadores do adesivo quando esse é utilizado nos sistemas de cimentação para pinos de fibra de carbono, melhorando a formação de tags de resina, ramificações adesivas laterais e interdifusão na zona de transição resina-dentina; aumentado a efetividade da cimentação.

VICHI *et al.* (2002) verificaram a efetividade de alguns sistemas adesivos (de frasco único e de multifrasco) usados em pinos intra-radulares (Aestheti-Plus post – fibra de vidro) *in vivo*. Utilizaram 50 raízes tratadas endodonticamente com indicação posterior de exodontia por razões endodôntica e/ou periodontais. As raízes

permaneceram por uma semana na boca dos respectivos pacientes e então foram extraídas, e analisadas por microscopia. Obtiveram que os sistemas adesivos de multifrasco podem vir a criar uma interligação micro-mecânica mais longo entre material adesivo e dentina ,com maior formação e densidade de tags de resina; em relação aos sistemas de frasco único.

3 DISCUSSÃO

Diversas são as formas de expressão visual, e a sociedade vem exigindo progressivamente um elevado padrão estético. Assim sendo, há uma grande preocupação com a conservação dos dentes, mesmo em situações onde somente a estrutura radicular está presente. Neste caso, o tratamento de escolha recai sobre as restaurações indiretas, que podem ser realizadas através de núcleos metálicos fundidos e coroas protéticas (SORENSEN, 1990; ASSIF, 1993; MORGANO, 1996) ou através de pinos pré-fabricados associados a um núcleo de preenchimento (CHRISTENSEN, 1996; KING & SETCHELL, 1996; HEW *et al.*, 2001), após a realização do tratamento endodôntico.

No entanto, a preocupação com a conservação dos dentes despolpados, através de técnicas que introduzam dispositivos na raiz para sustentar uma coroa artificial existe há mais de 100 anos. Segundo TAMAKI (1976), citado por MONDELLI (1998), a reconstrução da porção coronária destruída de um dente, que se apresentava com o conduto radicular tratado iniciou-se por volta de 1770 com Fouchard, através das coroas a “pivot” ou com espiga. Desde aquela época, através dos anos, as coroas a pino foram pouco aperfeiçoadas.

Mesmo sendo utilizado este tipo de procedimento por mais de um século, há ocorrência relativamente comum de fraturas radiculares em situação clínica. Este tipo de injúria era atribuído principalmente ao tratamento endodôntico, que provocava a perda de umidade, do grau de elasticidade dental (GUTMANN, 1992).

No entanto, PAPA *et al.* (1994) não encontraram diferenças estatísticas na quantidade de umidade dentinária quando dentes homólogos vitais e não vitais foram comparados. Isso se deve ao fato da água, que é responsável pelas trocas iônicas, poder circular livremente pelos espaços interprismáticos do esmalte e da dentina em dentes que permanecem na cavidade oral, o que evita a sua desidratação.

A dentina de dentes tratados endodonticamente também não apresentou diferença significativa ao ser comparada à dentina de dentes íntegros, em relação à dureza, à resistência à compressão, à tração, ao impacto e à fratura, bem como na estrutura do colágeno que compõe a sua parte orgânica (HUANG *et al.*, 1992).

Dessa forma, pôde-se concluir que a resistência à fratura está diretamente associada à perda de estrutura dental (TRABERT *et al.*, 1978; GUZY & NICHOLLS, 1979; SORENSEN & MARTINOFF, 1984; TJAN & WHANG, 1985; GREENFELD, 1989; MARCHI, 1997). Ou seja, quanto maior a perda de estrutura dental mais susceptível a fraturas o elemento dental ficará. Além disso, a perda do tecido pulpar resulta em uma significativa diminuição da aptidão proprioceptiva do dente tratado endodonticamente, o que pode afetar a capacidade de detectar sobrecargas oclusais, contribuindo para ocorrência de fraturas (MANNING, 1995; MORGANO, 1996).

Quando existe a necessidade de colocação de pino intra-radicular e uma coroa artificial, os dentes anteriores são mais susceptíveis à fratura quando comparados aos posteriores, pois são normalmente mais expostos às forças dirigidas horizontalmente e mais sujeitos a traumas devido a sua posição no arco (SOESEN & MARTINOFF, 1984; TJAN & WHANG, 1985).

Em função de cárie extensa, fratura, reabsorção interna, remoção de pinos e núcleos, ou causas idiopáticas, surgem casos em que o canal radicular torna-se muito largo e, conseqüentemente, com uma espessura da parede de dentina muito fina, dificultando a restauração deste elemento dental (LUI, 1987, 1992; BUCK *et al.*, 1992; MARTINS, 1995).

Na maioria dos casos de raízes debilitadas, o defeito limita-se a porção cervical da raiz, enquanto a região apical permanece com tecido dentinário suficiente e adequado ao suporte periodontal (LUI, 1992).

A colocação de um núcleo metálico fundido convencional, ocupando toda extensão do defeito radicular, além de ser um procedimento que envolve um maior número de sessões clínicas e laboratoriais e apresenta um custo mais elevado, fatalmente ocasionará um efeito de cunha, devido ao diâmetro excessivo, provocando a fratura radicular (CHRISTENSEN, 1996). Por outro lado, a adaptação de pinos pré-fabricados cilíndricos em canais amplos cimentados com cimento de fosfato de zinco é praticamente impossível devido à falta de estrutura dentinária (MARCHI, 1998). Como resultado, esses dentes em sua grande maioria são condenados à exodontia. Com a evolução de sistemas restauradores capazes de aderir ao tecido dental criaram-se possibilidades para a reconstrução e reabilitação de dentes severamente debilitados. Assim, tem sido proposto o preenchimento das raízes enfraquecidas com materiais como "*dentina artificial*", tornando-as capazes de suportar um núcleo fundido ou um pino intra-radicular (BUCK *et al.*, 1992; LUI, 1992; MARTINS, 1995; MARCHI, 1997, 1998). São utilizados como materiais: compósito, cimento de ionômero de vidro convencional, híbrido de ionômero de vidro/resina composta e agente cimentante resinoso (BUCK *et al.*, 1992; LUI, 1992; MARTINS,

1995; MARCHI, 1997, 1998). A técnica que utiliza o condicionamento ácido da dentina em combinação com sistemas adesivos e resina composta tem sido sugerida para a reabilitação e raízes enfraquecidas. Resultados clínicos favoráveis foram relatados por autores que empregaram os compósitos como material de reforço, atraídos por suas vantagens como fácil manipulação, rápida polimerização, baixa resposta a estímulos térmicos, resistência à tração e à compressão comparáveis a estrutura dental (PHILLIPS, 1995).

Os agentes cimentantes resinosos também têm sido propostos para oferecer reforços às raízes enfraquecidas (ASSIF & FERBER, 1982; MARCHI, 1998). Esses materiais foram indicados devido à sua habilidade em aderir à dentina e ao pino intra-radicular, garantindo uma restauração mais retentiva e resistência à fratura (SAUPE *et al.*, 1996). Experimentos *in vitro* mostraram que pinos fixados com agentes cimentantes resinosos adquiriram melhor retenção e foram mais resistentes ao deslocamento que pinos estabilizados com cimento de fosfato de zinco, principalmente em canais amplos (ASSIF & BERBER, 1982).

Nos casos em que o pino é utilizado com intuito de reforçar estruturas fragilizadas é importante estabelecer uma adequada união entre ele e a raiz com o objetivo de formar um corpo único e também provocar um vedamento total do canal (SORENSEN & ENGELMAN, 1990; ASSIF & BERBER, 1992; MENDONZA & EAKLE, 1994). Dentre os agentes de fixação disponíveis no mercado, os resinosos são os que apresentam melhores resultados quanto à fixação de pinos intraradiculares, ao vedamento e ao reforço de raízes debilitadas (ROCHA, 2001).

Estão disponíveis para o clínico, núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados com diferentes formas: paralelos, cônicos e paralelos com terminação

cônica; e características de superfície: lisos (passivos) e rosqueáveis (ativos). Os paralelos e rosqueáveis foram mais retentivos, mesmo quando sua adaptação não é conseguida em toda a extensão do canal. Porém, mesmo sendo os pinos paralelos mais retentivos que os cônicos, possuem a desvantagem de maior ampliação do canal radicular, causando maior desgaste principalmente na região apical (NERDIZ *et al.* 1997). Em relação aos pinos rosqueáveis (ativos) possuem fresas e dessa forma são rosqueados e/ou travados nas paredes dos canais, gerando assim grandes tensões no mesmo (ZMENER, 1980). Esse fato limita seu uso apenas em casos muito particulares, onde mesmo assim deve ser utilizado com muita precaução, pois o índice de fratura é alto.

Segundo SHILLINGBURG & KESSLER (1991), outros fatores relacionados à retenção dizem respeito ao comprimento e o diâmetro de pinos e núcleos. O comprimento deve ser igual a $2/3$ da raiz suportada por estrutura óssea alveolar ou no mínimo igual a altura da coroa clínica; o canal deve apresentar-se obturado nos últimos 5mm do ápice radicular; e o diâmetro não deve exceder $1/3$ da largura da raiz ou deve ter o menor diâmetro possível, sendo largo suficiente para proporcionar uma adequada adaptação às paredes do canal.

Com relação ao tipo de material constituinte do pino, podemos observar vários tipos encontrados no mercado, porém devemos estar atentos a suas respectivas propriedades.

Os pinos de fibra de carbono mostraram ser menos resistentes à deformação sob compressão em relação aos pinos metálicos, onde esse foi muito mais resistente à tração do que os de fibra de carbono (PURTON & LOVE, 1996). Porém, autores demonstram que pinos de fibra de carbono possuem a capacidade

de melhor distribuição de tensões, significando menor tendência à indução de fraturas radiculares, devido ao seu módulo de elasticidade próximo ao da dentina (ISIDOR *et al.*, 1996; VASCONCELLOS *et al.*, 1999). Porém a sua flexibilidade pode levar a falhas adesivas, quando esses pinos são usados (BARATIERI *et al.*, 2001).

Já os pinos cerâmicos são mais resistentes a fratura que os pinos metálicos, e possuem módulos de elasticidade semelhante ao da dentina (STRUB *et al.*, 2001). OTTL *et al.* (2002) através de estudos comparando sistemas de pinos metálicos, de fibra de carbono e cerâmicos; verificou que o maior índice de fratura foi obtido com os sistemas de pinos de fibra de carbono.

Autores que compararam os sistemas de pinos cerâmicos com os núcleos fundidos e pinos metálicos, concluíram que os pinos fundidos são mais resistentes a fratura que os cerâmicos e metálicos, não havendo diferença estatisticamente significativa entre esses últimos (WEY & SEKITO JÚNIOR, 2002).

Mesmo com suas vantagens quanto a biocompatibilidade, excelente estética, união química aos materiais resinosos, alta resistência; os pino cerâmicos possuem uma desvantagem marcante, o seu custo elevado em relação aos outros sistemas (BARATIERI *et al.*, 2001).

A cimentação é um passo importantíssimo para a obtenção de sucesso quando na utilização de sistemas de retentores intra-radulares, e por isso é válido o estudo de EL-MOWAFY & MILLENKOVIC (1994), que compararam variados cimentos resinosos ao cimento de fosfato de zinco e concluíram que pinos fixados com alguns tipos determinados de cimentos resinosos resultaram em maior resistência à tração em relação ao cimento de fosfato de zinco. Como também,

UTTER *et al.* (1997) concluíram que os pinos cimentados com o material resinoso foram significativamente mais resistentes à tração que os pinos fixados com o cimento de fosfato de zinco.

Porém, GUIMARÃES *et al.* (1999) compararam a resistência à remoção por tração de pinos pré-fabricados cimentados com cimento de fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro e cimento resinoso. Os resultados permitiram concluir que os pinos pré-fabricados cimentados com cimento de ionômero de vidro foram os mais resistentes à remoção por tração, seguidos dos cimentados com cimento de fosfato de zinco e com o resinoso.

Já outro trabalho (MENDOZA & EAKLE, 1994) avaliou outra opção para a cimentação de pinos intra-radiculares, o cimento de ionômero de vidro; que obteve retenção semelhante ou até mesmo superior a determinados cimentos resinosos analisados.

Sendo assim, como é observado, esse assunto é cercado de muitas controvérsias, necessitando logicamente de melhores estudos para avaliar os sistemas ao longo prazo.

4 CONCLUSÃO

Através da análise da revisão de literatura realizada, podemos concluir que:

- A resistência à fratura está diretamente associada à perda de estrutura dental ,ou seja, quanto maior a perda de estrutura dental mais susceptível a fraturas o elemento dental ficará.
- O uso de núcleo metálico fundido convencional, mesmo possuindo um controle clínico melhor, além de ser um procedimento que envolve um maior número de sessões clínicas e laboratoriais, apresenta um custo mais elevado, em relação ao pino pré-fabricado.
- Para a reconstrução e reabilitação de dentes severamente debilitados, é proposto o preenchimento das raízes enfraquecidas com materiais como “*dentina artificial*”, tornando-as capazes de suportar um núcleo fundido ou um pino intraradicular. Podem ser utilizados como materiais: compósito,cimento de ionômero de vidro convencional, híbrido de ionômero de vidro/resina composta e agente cimentante resinoso.
- Os pinos com formato paralelo e rosqueáveis são mais retentivos; porém proporciona maior desgaste. Em relação aos pinos rosqueáveis (ativos), esses geram grandes tensões na dentina radicular, aumentando o índice de fratura.
- Os pinos que possuem fendas ou mesmo canaletas reduzem as tensões durante a cimentação, melhorando o escoamento do excesso de cimento.

- O comprimento do pino deve ser igual a $2/3$ da raiz suportada por estrutura óssea alveolar ou no mínimo igual à altura da coroa clínica; deve-se manter 5mm de obturação endodôntica no ápice; e o diâmetro não deve exceder $1/3$ da largura da raiz, sendo que o comprimento deve ser mais relevante que o diâmetro.

- Pinos de fibra de carbono mesmo possuindo módulo de elasticidade semelhante ao da dentina e flexibilidade, são mais susceptíveis a falhas, e são menos resistentes que os pinos metálicos e cerâmicos. Necessitando de maiores estudos de preservação clínica.

- Pinos metálicos, mesmo não tendo boa estética, continuam sendo uma boa opção no uso diário do clínico.

- Pinos de cerâmica são altamente resistentes, tem alto padrão estético, boa união química a materiais resinosos, porém são de elevado custo.

- A cimentação de pinos com o cimento de fosfato de zinco é efetiva, porém com cimentos resinosos (dual) o índice de sucesso tem aumentado com o desenvolvimento dos materiais. Um boa opção é o uso de cimentos quimicamente ativados, como por exemplo o Panavia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. AKISLI, I.; OZCAN, M.; NERGIZ, I. Resistance of core materials against torcional forces on differently conditioned titanium posts. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.88, n.4, p.367-374, Oct. 2002.
2. ALBUQUERQUE, R.C.; DUTRA, R.A.; VASCONCELLOS, W.A. Pinos intraradiculares de fibras de carbono em restaurações de dentes tratados endodonticamente. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v.52, n.6, p.441-444, nov./dez. 1998.
3. ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A.; HEITMANN, T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. **J Dent**, Oxford, v.27, p.275-278, 1999.
4. ASSIF, D.; FERBER, A. Retention of dowel using a composite resin as cementing médium. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.48, n.3, p.292-296, Sept. 1982.
5. ASSIF, D. *et al.* Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. **J Prosthet Dent**, Saint Luis, v.69, n.1, p.36-40, Jan. 1993.
6. BARATIERI, L.N. *et al.* Abordagem restauradora de dentes tratados endodonticamente. Pinos/Núcleos e Restaurações Unitárias. *In*: BARATIERI, L.N. *et al.* **Odontologia restauradora – fundamentos e possibilidades**. São Paulo: Santos, 2001. cap.16, p.619-671.
7. BARKHORDAR, R.A.; RADKE, R.; ABBASI, J. Effect of metal collars on resistance of endodontically trated teeth to rot fracture. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.61, n.6, p.676-678, June 1989.

* Baseada na NBR 6023, de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

8. BUCK, A.; MARTINS, L. R. M.; SARTINI FILHO, R. Preservação de raízes debilitadas através do preenchimento de conduto radicular com íonômero de vidro para posterior preparo intra-radicular. In: SEMANA ODONTOLÓGICA DE PIRACICABA, 1992. **Anais ...** Piracicaba: FOP/Unicamp, 1992.
9. BURGESS, J.O; SUMMITT, J.B.; ROBBINS, J.W. The resistance to tensile, compressive , and torsional forces provided by four post systems. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.68, n.6, p.899-903, Dec. 1992.
10. CÂMARA, A.S.; MACHADO, M.E.L.; ROMITI, G.C. Análise "in vitro" da resistência radicular à fratura mediante o uso de quatro tipos de retentores intra-radulares. **Rev Bras Odontol**, v.57, n.1, p.57-60, jan./ fev. 2000.
11. CAMPOS, T.N.; ARITA, C.K.; MISSAKA, R. Influência do material constituinte do núcleo na infiltração de coroas metálicas. In: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16., 1999, Águas de São Pedro. **Resumos dos trabalhos apresentados....** Águas de São Pedro:[s.n.], 1999. p.93.
12. CAPP, C.I. *et al.* Estudos in vitro da resistência à remoção por tração de núcleos de cobre-alumínio, justos e com alívio, cimentados em dentes naturais com agente cimentante adesivo e cimento de fosfato de zinco. **RPG Rev Pos Grad**, São Paulo, v.4, n.3, p.201-207, jul./ago./set 1997.
13. CARLINI JUNIOR, B. **Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.** Piracicaba, 1999. 183p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
14. CARVALHO, C.A.T.; OLIVEIRA, L.D.; VALERA, M.C. Avaliação in vitro do aumento de resistência estrutural em dentes fragilizados utilizando reforços intra-radulares. In: ANAIS DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 19., 2002, Águas de São Pedro. **Resumos dos trabalhos apresentados...** Águas de São Pedro:[s.n.], 2002.

15. CHANG, W. C.; MILLSTEIN, P.L. Effect of design of prefabricated post heads on core materials. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.69, n.5, p.475-482, May 1993.
16. CHAPMAN, K.W.; WORLEY, J.L.; FRAUCHOFER, J. A. Retention of prefabricated post by cements and resins. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.54, n.7, p.649-652, Nov. 1985.
17. CHONG, W.F.; SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W. Displacement of cavity bases by amalgam condensation. **J Am Dent Ass**, Chicago, v.74, n.1, p.97-102, Jan. 1963.
18. CHRISTENSEN, G. J. Posts: necessary or unnecessary?. **J Am Dent Ass**, Chicago, v.127, p.1522-1528, Oct., 1996.
19. COHEN, B.I. *et al.* Four different core materials measured for fracture strength in combination with five different designs of endodontic posts. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.76, n.5, p.487-495, Nov. 1995.
20. COLLEY, I.T.; HAMPSON, E.L.; LEHMAN, M.L. Retention of post crowns. An assessment of the relative efficiency of posts of different shapes and sizes. **Br Dent J**, London, v.124, n.2, p.63-69, Jan. 1968.
21. COONEY, J.P.; CAPUTO, A.A.; TRABERT, K.C. Retention and stress distribution of tapered-end endodontic posts. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.55, n.5, p.540-546, May 1986.
22. CRISTY, J.M.; PIPKO, D.J. Fabrication of dual-post veneer crown. **J Am Dent Ass**, Chicago, v.75, n.6, p.1419-1425, Dec. 1967.
23. CURY, A.A.D.B.; COSTA, W.F. Restaurações de Dentes tratados Endodonticamente. **Rev da Fac Odont de Lins**, v.3, n.2, p.22-27, jul./dez. 1990.

24. DE SORT, K.D. The Prosthodontic use of endodontically treated teeth and biomechanics of post preparation. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.449, p.203-206, Feb. 1983.
25. DEUTSCH, A.S. Prefabricated dowels: a literature review. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.49, n.4, p.498-503, Jan. 1983.
26. DILTS, W.E. Effect of zinc oxid-eugenol on shear bond strengths of select core/cement combinations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.55, p.206-209, 1986.
27. DUTRA, R.A. *et al.* Efeito da forma dos pinos intra-radiculares na distribuição de tensões em incisivos. In: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16., 1999, Águas de São Pedro. **Resumos dos trabalhos apresentados...** Águas de São Pedro:[s.n.], 1999. p.95.
28. EL KHODERY, A.D.E. A comparative study if restorative techniques used to reinforce intact endodontically treated anterior teeth. **Egypt Dent J**, Cairo, v.36, n.3, p.193-205, 1990.
29. EL-MOWAFY, O.M.; MILENKOVIC, M. Retention of paraposts cemented with dentin-bonded resin cements. **Operative Dent**, Seattle, v.19, n.5, p.176-182, Sept./Oct. 1994.
30. FERRARI, M. *et al.* Influence of a microbrush on bonding fiber post into root canals under clinical conditions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.94, n.5, p.627-631, Nov. 2002.
31. FUKUSHIMA, F. **Resistência a forças rotacionais de pinos intra-radiculares pré-fabricados comparados a núcleo metálico fundido.** São Paulo, 2000. 71p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

32. GLUSKIN, A.H.; AHMED, I.; HERRERO, D.B. The aesthetic post and core: unifying radicular form and structure. **Pract Proced Aesthet Dent**, Mahwah, v.14, n.4. p.313-321, May 2002.
33. GOLDBAUM, A. *et al.* Utilização de dois cimentos resinosos com diferentes prepares intra-radiculares. In: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 17., 2000, Águas de São Pedro. **Resumo dos trabalhos apresentados...** Águas de São Pedro:[s.n.], 2000.
34. GOLDMAN, M.; DE VITRE, R.; TENCA, J. Cement distribution and bond strength in cemented post. **J Dent Res**, Washington, v.63, p.1392-1395, Dec. 1984.
35. GREENFELD, R.S. A comparison of two post systems under applied compressive-shear loads. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.61, n.1, p.17-24, Jan. 1989.
36. GUIMARÃES, C.S. *et al.* Análise comparativa da retenção de pinos intra-radiculares pré-fabricados e fixos com diferentes agentes de cimentação. **RPG Rev Pos Grad**, São Paulo, v.6, n.4, p.354-360, out./dez. 1999.
37. GUTMANN, J.L. The dentin-root complex: Anatomic and biologic considerations in endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.67, n.4, p.458-467, Apr. 1992.
38. GUTMANN, J.L. Preparation of endodontically treated teeth to receive a post-core restoration. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.38, p.413-419, Oct. 1977.
39. GUZY, G.E.; ICHOLLS, J.I. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.42, n.1, p.39-42, July 1979.

40. HEW, Y.S.; PURTON, D.G. ; LOVE, R.M. Evaluation of pre-fabricated root canal posts. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.28, n.3, p.207-211, Mar. 2001.
41. HIRSCHFELD, Z.; STERN, N. Post and core – the biomechanical aspect. **Aust Dent J**, Saint Leonards, v.17, p.467-468, Dec. 1972.
42. HUANG, T.C.G.; SCHILDER, H.; NATHANSON, D. Effect of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. **J Endod**, Baltimore, v.18, n.5, p.209-215, May 1992.
43. HUDIS, S.I.; GOLDSTEIN, G.R. Restoration of endodontically treated teeth: a review of the literature. **J Prosthet Dent**, Saint louis, v.55, n.1, p.33-38, Jan. 1986.
44. HUNTER, A.J.; FLOOD, A.M. The restoration of endodontically treated teeth Part 2. Posts. **Aust Dent J**, Saint Leonards, v.34, n.1, p.5-12, Jan. 1989.
45. HUYSMANS, M.C. Failure behaviour of fatigue-tested post and cores. **Int Endod J**, London, v.26, n.5, p.294-300, Sept. 1993.
46. IMURA, N.; ZUOLO, M.L. **Endodontia para clínico geral**. São Paulo: Artes Médicas, 1998. p.206-227.
47. ISHIKIRIAMA, A. Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com resina composta. **Rev FOB**, Bauru, v.3, n.1, p.47-52, jan./dez. 1995.
48. ISIDOR, F.; ÖDMAN, P.; BRONDUM, K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. **Int J. Prosthodon**, Carol Stream, v.9, n.2, p.131-136, Feb. 1996.
49. JOHNSON, J.K.; SAKAMURA, J.S. Dowel form and tensile force. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.40, n.6, p.645-649, Dec. 1978.

50. JOHNSON, J.K.; SCHWARTS, N.L.; BLACKWELL, R.T. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.93, n.3, p.597-605, Sept. 1976.
51. JORGESEN, K.D. Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cements. **Acta Odontol Scand**, Oslo, v.18, p.479-490, 1960.
52. KAHN, F.H. Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.75, n.2, p.148-153, Feb. 1996.
53. KÄYSER, A.F.; LEEMPOEL, P.J.B.; SNOEK, P.A. The metal post and composite core combination. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.14, n.1, p.3-11, Jan. 1987.
54. KEYF, F.; SAHIN, E. Retentive properties of three post-core systems. **Aust Dent J**, Saint Leonards, v.39, n.1, p.20-24, Jan. 1994.
55. 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 Rehabil**, Oxford, v.17, n.6, p.599-609, 1990
56. KLAUTAU, E.B. **Estudo comparativo “in vitro” da resistência à remoção por tração de pinos pré-fabricados, de aço inoxidável e fibra de carbono, cimentados em dentes naturais com agente resinoso, ionômero de vidro e fosfato de zinco.** São Paulo, 1997, p.73-74 Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
57. KLAUTAU, E.B. *et al.* Avaliação da resistência à tração de pinos pré-fabricados cimentados passivamente. In: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 15., 1998, Águas de São Pedro. **Resumos dos trabalhos apresentados...** Águas de São Pedro:[s.n.], 1998. p.17.

58. KOUTAYAS, S.O.; KERN, M. All-ceramic posts and cores: The state of the art. **Quintessence Int**, Carol Stream, v.30, n.6, p.383-392, June 1999.
59. KURER, P. F. Posts and cores: when to use them. **Dent Today**, Montclair, v.20, n.1, p.86-89, Jan. 2001.
60. LEWGOY, H.R. **Estudo das tensões de Von Mises e de máxima compressão e tração, geradas por diferentes pinos intra-radulares em incisivo central superior**. São Paulo, 2001. 190p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
61. LINDE, L.A. The use of composite resins in combination with anchorage posts as core material in endodontically treated teeth: clinical aspects of the technique. **Quintessence Int**, Carol Stream, v.24, n.2, p.115-22, Feb. 1993.
62. LUI, J.L. Cermet reinforcement of a weakened endodontically treated root: a case report. **Quintessence Int**, Carol Stream, v.23, n.8, p.533-538, Aug. 1992.
63. LUI, J.L. A Technique to reinforce weakened roots with post canals. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.3, n.6, p.310-314, Dec. 1987.
64. MANNING, K.E. Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part I: basic theoretical concepts. **J Can Dent Assoc**, Ottawa, v.61, n.8, p.685-695, Aug. 1995.
65. MANNING, K.E. Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part II: clinical application of basic concepts. **J Can Dent Assoc**, Ottawa, v.61, n.8, p.696-707, Aug. 1995.
66. MARCHI, G.M. **Avaliação do efeito de diferentes materiais de preenchimento associados a pinos intra-radulares na resistência à fratura de raízes debilitadas**. Piracicaba, 1998. 117p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

67. MARCHI, G.M. **Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com sistema adesivo associado a pinos intraradiculares.** Piracicaba, 1997. 106p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
68. MARTIGNONI, M.; BAGGI, L.; COCHIA, D. Il perno moncore passivo. **Attual Dent**, Milão, v.6, n.38, p.8-16, Nov. 1990.
69. MARTINS, L.R.M. **Avaliação da resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com materiais adesivos.** Piracicaba, 1995. 47p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
70. MARTINS, L.R.M.; LOVADINO, J.R.; BATTISTUZZO, S.C. Resistência à fratura do esmalte solapado quando suportado por ionômero de vidro ou resina composta. In: SEMANA ODONTOLÓGICA DE PIRACICABA, 1991, Piracicaba. **Caderno de Resumos.** Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, 1991.
71. MCLEAN, J.W. Cermet cements. **J Amer Dent Assoc**, Chicago, v.120, n.1, p.43-47, Jan. 1990.
72. MENDOZA, D.B.; EAKLE, W.S. Retention of posts cemented with various dentinal bonding cements. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.72, n.6, p.591-594, Dec. 1994.
73. MILLSTEIN, P.L. *et al.* Effects of cementing on retention of a prefabricated screw post. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.57, n.2, p.171-174, Feb.1987.
74. MORANDO, G.; LEUPOLD, R.J.; MEIER, J.C. Measurement of hydrostatic pressures during simulated post cementation. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.74, n.6, p.586-590, Dec. 1995.

75. MORGANO, S.M. Restoration of pulpless teeth: Application of traditional principles in present and future contexts. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.75, n.4, p.375-380, Apr. 1996.
76. MORGANO, S.M.; MILOT, P. Clinical success of cast metal posts and cores. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.69, n.1, p.11-16, July 1993.
77. MOTA, A.S. **Estudo comparativo da retenção de pinos intra-radiculares pré-fabricados, em canais morfológicamente diferentes**. Ribeirão Preto, 1997, 72p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
78. MUSIKANT, B.L.; DEUTSCH, A.S. A new prefabricated post and core system. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.52, n.5, p.631-634, Nov. 1984.
79. NAVARRO, M.F.L.; PASCOTTO, R.C. **Cimentos de ionômero de vidro**. São Paulo: Artes Médicas, 1998. 179p.
80. NERDIZ, I. *et al.* Effect of different surface textures on retentive strength of tapered posts. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.78, n.5, p.451-457, Nov. 1997.
81. NISHIOKA, R.S.; BOTTINO, M.A. Análise tridimensional com o método dos elementos finitos de um pino intraradicular rosqueado na distribuição da tensão sobre a dentina. In: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16., 1999, Águas de São Pedro. **Resumos dos trabalhos apresentados...** Águas de São Pedro:[s.n.], 1999. p.101.
82. OTTL, P. *et al.* Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.29, n.2, p.175-183, Feb. 2002.

83. PAPA, J.; CAIN, C.; MESSER, H.H. Moisture content of vital vs. Endodontically treated teeth. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.10, n.2, p.91-93, Apr. 1994.
84. PIERRISNARD, L.; AUGEREAU, D.; DEGRANDE, M. Comportement mécanique des structures dentaires et osseuses. I. Influence de la longueur, du diamètre et du profil du tendon radiculaire, influence du support paradontal. **Cah Prothese**, Paris, v.87, p.21-32, Sept. 1994.
85. PIERRISNARD, L.; AUGEREAU, D.; DEGRANDE, M. Comportement mécanique des structures dentaires et osseuses. II Analyse de la répartition des contraintes en fonction du type de reconstruction corono-radicaire. **Cah Prothese**, Paris, v.88, p.7-13, Dec. 1994.
86. PHILLIPS, R.W. **Materiais dentários de Skinner**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1973.
87. PHILLIPS, R.W. **Skinner: materiais dentários**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 334p.
88. PURTON, D.G.; LOVE, R.M. Rigidity and retention of carbon fiber versus stainless steel root canal posts. **Int Endod J**, Copenhagen, v.29, p.262-265, 1996.
89. PURTON, D.G.; LOVE, R.M.; CHANDLER, N.P. Rigidity and retention of ceramic root canal posts. **Operative Dent**, Seattle, v.25, n.3, p.223-227, 2000.
90. ROBBINS, J.W.; EARNEST, L.; SCHUMANN, S. Fracture resistance of endodontically treated cuspids – An in vitro study. **Am J Dent**, San Antonio, v.6, n.3. p.159-161, June 1996.

91. ROCHA, D.G.P. **Avaliação do efeito de diferentes técnicas de preenchimento associadas a diferentes tipos de pinos intra-radiculares na resistência à fratura de raízes debilitadas.** Campinas, 2001. 120p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Camilo Castelo Branco, Centro de Pós-Graduação.
92. ROCHA, I.S.P.B. **Estudo das tensões em dente restaurado com coroa metalocerâmica e dois formatos de retentores intra-radiculares. Método de elementos finitos.** São Paulo, 2000. 75p. Tese (Doutado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
93. ROSEN, H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.11, p.972-86, 1961.
94. ROSIN, M. *et al.* The influence of surface configuration on the retention of posts designed for use with a cast-on technique. **Quintessence Int**, Carol Stream, v.32, n.2, p.119-130, Feb. 2001.
95. ROSS, I.F. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. **J Endod**, Baltimore, v.6, n.5, p560-565, May 1980.
96. ROSS, R.S.; NICHOLLS, J.I.; WARRINGTON, G.W. A comparasion of strain generated during placement of five endodontic posts. **J Endod**, Baltimore, v.17, n.9, p.450-456, Sept. 1991.
97. RUEMPING, D.R.; LUND, M.R.; SCHNELL, R.J. Retention of dowels subjected to tensile and torsional forces. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.4, n.2, p.159-162, Feb. 1979.

98. SAUPE, W.A.; GLUSKIN, A.H.; RADKE JR., 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**, Carol Stream, v.27, n.7, p.483-491, July 1996.
99. SHILLINGBURG JÚNIOR, H.T.; KESSLER, J.C. **Restauração protética dos dentes tratados endoonticamente**. 2.ed. São Paulo: Quintessence, 1991. 338p.
100. SHILLINGBURG JÚNIOR, H.T.; HOBBO, S.; WHITSETT, L.D. **Fundamentos de prótese fixa**. São Paulo: Santos, 1986.
101. SIDOLI, G.E.; KING, P.A.; SETCHELL, D.J. An *in vitro* evaluation of carbon fibber-based post and core system. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.78, n.1, p.5-9, July 1997.
102. SIVERS, J.E.; JOHNSON, W.T. Restoration of endodontically treated teeth. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v.36, n.3, p.631-650, July 1992.
103. SORENSEN, J.A.; ENGELMAN, M.J. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.64, n.4, p.419-424, Oct. 1990.
104. SORENSEN, J.A.; MARTINOFF, J.T. Clinically significant factors in dowel design. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.52, n.1, p.28-35, July 1984.
105. SORENSEN, J.A.; MITO, W.T. Rationale and clinical technique for esthetic restoration of endodontically treated teeth with the Cosmo Post and IPS Empress Post System. **Quintessence Dent Technol**, Chicago, v.9, n.7, p.81-90, 1998.

106. 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.
107. STANDLEE J.P. Analysis of stress distribution by endodontic posts. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.33, n.6, p.952-960, June 1972.
108. STANDLEE J.P.; CAPUTO, A.A. Endodontic dowel retention with resinous cements. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.68, n.6, p.913-917, Dec. 1992.
109. STANDLEE J.P.; CAPUTO, A.A.; HANSON, E.C. Retention of endodontic dowels: Effects of cement, dowel length, diameter, and desing. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.39, n.4, p.401-405, Apr. 1978.
110. STERN, N.; HIRSHFELD, Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.30, p.162-165, Aug. 1973.
111. STOCKTON, L.; LAVALLE, C.L.B.; SUZUKI, M. Are posts mandatory for the restoration of endodontically treated teeth? **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.14, n.2, p.59-63, Apr. 1998.
112. STOKES, A. N. Post crowns: a review. **Int Endod J**, London, v.20, p.1-7, Jan. 1987.
113. STRUB, J.R.; PONTIUS, O.; KOUTAYAS, S. Survival rate and fracture strength of incisors restored with different post and core systems after exposure in the artificial mouth. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.28, n.2, p.120-124, Feb. 2001.
114. TAMAKI, T. **Prótese parcial fixa e removível**. 2.ed. São Paulo: Savier, 1975. p.181-95. *Apud* MONDELLI, J. Técnicas restauradoras para dentes com tratamento endodôntico. **Rev Dent Restaur**, Bauru, v.1, n.3, p.97-162, Set. 1998.

115. TIDMARSH, B.G. Restaration of endodontically treated posterior teeth. **J Endod**, Baltimore, v.2, n.12, p.374-375, Dec. 1976.
116. TJAN, A.H.L.; NEMETZ, H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with adhesive composite resin cement. **Quintessence Int**, Carol Stream, v.23, n.12, p.839-844, Dec. 1992.
117. TJAN, A.H.L.; WHANG, S.B. Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of bucal dentin wall. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.53, n.4, p.496-500, Apr. 1985.
118. TORBJÖNER, A.; KARLSSON, S.; ÖDMAN, P. A. Survival rate and failure characteristics for two post designs. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.73, n.5, p.439-44, May 1995.
119. TRABERT, K.C.; COONEY, J.P. The endodontically treated tooth. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v.28, n.4, p.923-951, Oct. 1984.
120. 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.
121. TROPE, M.; TRONSTAD, L. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with glass ionomer cement or acid etch composite resin. **J Endod**, Baltimore, v.17, n.6, p.257-259, June 1991.
122. TROPE, M.; MALTZ, M.O.; TRONSTAD, L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.1, n.3, p.108-111, June 1985
123. TURNER, C.H.; WILLOUGHBY, A.F.W. The retention of vented-cast dental posts. **J Dent**, Oxford, v.13, n.4, p.267-270, Dec. 1985.

124. UTTER, J.D.; WOHG, B.H.; MILLER, B.H. The effect of cementing producers on retention of prefabricated metal posts. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.128, n.8, p.1123-1127, Aug. 1997.
125. VASCONCELLOS, A.B. **Estudo das tensões internas em prótese fixa, com dois sistemas de retenção corono-radicular: pinos pré-fabricados e retentores intra-radulares fundidos – Método dos Elementos Finitos.** São Paulo, 1999. 75p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
126. VASCONCELLOS, W.A. *et al.* Distribuição de tensões de pinos intra-radulares confeccionados com diferentes materiais. In: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16., 1999, Águas de São Pedro. **Resumos dos trabalhos apresentados...** Águas de São Pedro:[s.n.], 1999. p.94.
127. VICHI, A. *et al.* An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. **Dent Mater**, Oxford, v.18, n.7, p.495-502, Nov. 2002.
128. WEY, C.S.; SEKITO JÚNIOR, T. Teste de resistência à fratura de pinos cerâmicos comparados a pinos em aço e núcleos fundidos cerâmicos comparados a pinos em aço e núcleos fundidos convencionais. **Rev Bras Odontol**, Rio de Janeiro, v.59, n.2, p.124-127, mar./abr. 2002.
129. XIBLE, A. A. **Avaliação da resistência ao cisalhamento de três sistemas de núcleos intra-radulares.** Bauru, 2000. 92p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
130. ZMENER, O. Adaptation of threaded dowels to dentin. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.43, n.5, p.530-535, May 1980.