

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
- UNICAMP -

GISELLE MARIA MARCHI

Cirurgiã-dentista

RESISTÊNCIA À FRATURA DE RAÍZES DEBILITADAS
RECONSTRUÍDAS MORFOLOGICAMENTE COM SISTEMA ADESIVO
ASSOCIADO A PINOS INTRA-RADICULARES

ORIENTADOR

PROF. DR. LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS

CO-ORIENTADOR

PROF. DR. LUÍS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

*Este exemplar foi devidamente
corrigido conforme resolução CCPG 036/83*

[Assinatura]

24/10/97

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Clínica Odontológica, Área de Dentística.

PIRACICABA

1997

0421422



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	T/Unicamp
	10.332x
V.	Ex.
TOMBO BC/	33181
PROC.	281/97
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	24/11/97
N.º CPD	

CM-00103709-7

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP

M332r	Marchi, Giselle Maria. Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com sistema adesivo associado a pinos intra-radiculares / Giselle Maria Marchi. - Piracicaba : [s.n.], 1997. 106f. : il. Orientador : Luís Roberto Marcondes Martins, 1960 Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Raízes dos dentes. 2. Adesivos dentários. 3. Resinas dentárias. I. Martins, Luís Roberto Marcondes. II. Paulillo, Luís Alexandre Maffei Sartini. III. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título. 19.CDD - 617.69 - 617.695
-------	---

Índices para o Catálogo Sistemático

- | | |
|------------------------|---------|
| 1. Prótese dentária | 617.69 |
| 2. Materiais dentários | 617.695 |



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Mestrado**, em sessão pública realizada em 10/10/97, considerou o candidato aprovado.

1. Luís Roberto Marcondes Martins

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "L. R. Marcondes", written over a horizontal line.

2. José Mondelli

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "J. Mondelli", written over a horizontal line.

3. Francisco José de Souza Filho

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "F. J. de Souza Filho", written over a horizontal line.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, GISLAINE e WILSON, meu
mais profundo reconhecimento pelas lições de amor e vida,
pelos sacrifícios em benefício da minha formação e pelo
constante apoio;

Aos meus irmãos, WILSON JR. e FLÁVIO,
pela amizade e incentivo a lutar pela realização de um sonho;

Ao BETO, pelo amor, estímulo, ajuda e
compreensão nos momentos mais difíceis;

Ao CAIO, cuja presença tornou minha
vida ainda mais feliz,

dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A DEUS,

minha gratidão pela vida.

Ao orientador,

Prof. Dr. LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS, meu reconhecimento pelo incentivo e confiança.

Ao co-orientador,

Prof. Dr. LUÍS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO, serei sempre grata por seu apoio e atenção.

Muitas vezes os problemas parecem não ter solução e as lamentações tornam-se insuportáveis... Nesses momentos, nos encontramos vivendo em constante questionamento sobre a certeza do caminho escolhido. Mas, quando superamos mais uma etapa, podemos sentir a gratificante sensação de alívio e satisfação.

Por isso, não poderia deixar de agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente, tornaram possível a realização deste trabalho.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, nas pessoas do Prof. Dr. José Ranali (Diretor) e do Prof. Dr. Osley Paes de Almeida (Diretor Associado).

Ao Prof. Dr. Mário Fernando de Góes, coordenador do curso de pós-graduação e à Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury, coordenadora do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP), pela concessão do auxílio à pesquisa.

Ao Prof. Dr. José Mondelli, da Área de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, por ter cedido gentilmente a Máquina de Ensaio Universal Kratos, possibilitando a realização dos ensaios de resistência à fratura.

Ao Prof. Dr. Lúcio Benedicto Kroll, do Departamento de Bioestatística da UNESP – Campus Botucatu e ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos, do Departamento de Matemática e Estatística da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, pela essencial contribuição para a realização da análise estatística.

Ao Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta, da Área de Dentística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, cuja ajuda foi essencial durante a execução deste trabalho.

Aos demais professores da Área de Dentística: Dalton, Sartini, Nascimento, Battistuzzo, Wilson, Lovadino, Beto, Mônica, Xandão e Marcelo, sou grata pelo estímulo e confiança em minha carreira profissional.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora: Reinaldo, Denize e Adailton, pela importante colaboração dispensada.

À bibliotecária Sueli Soliani e à Srt^a Heloísa Maria Ceccotti pelo auxílio e correção das referências bibliográficas.

E, finalmente, aos amigos do curso de pós-graduação: Fernanda, Paula, Priscila, Rodrigo, Ana Paula, Cláudia, Marcelo, Lucíola, Ricardo e Dagmar, pela união nos momentos de maior dificuldade e pelas recordações de tantas horas de alegria que vivemos juntos, das quais certamente terei muitas saudades.

SUMÁRIO

CAPÍTULOS	página
LISTAS	01
I. Tabelas	02
II. Quadros	02
III. Figuras	03
IV. Siglas	05
RESUMO	06
1. INTRODUÇÃO	08
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
3. PROPOSIÇÃO	41
4. MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1. Materiais	44
4.2. Métodos	44
4.2.1. Delineamento Experimental	44
4.2.1.1. Grupos experimentais	46
4.2.2. Preparo das raízes	47
4.2.2.1. Preparos intra-radulares para simular raízes debilitadas	48
4.2.2.2. Preparos intra-radulares para núcleos metálicos fundidos	50
4.2.2.3. Preparos intra-radulares para pinos pré-fabricados	51
4.2.3. Preenchimento das raízes debilitadas com sistema adesivo/compósito	52
4.2.3.1. Para raízes que receberiam núcleos metálicos fundidos	52
4.2.3.2. Para raízes que receberiam pinos pré-fabricados	53
4.2.4. Preparos intra-radulares das raízes preenchidas com compósito	54
4.2.4.1. Preparos para núcleos metálicos fundidos	54
4.2.4.2. Preparos para pinos pré-fabricados	55
4.2.5. Confecção dos padrões para os núcleos metálicos fundidos	56
4.2.6. Cimentação dos núcleos metálicos fundidos e dos pinos pré-fabricados	58
4.2.7. Obtenção dos corpos de prova	60
4.2.8. Confecção de "nichos" e casquetes metálicos	62
4.2.9. Ensaio de resistência à fratura	63
4.2.10. Delineamento estatístico	67
4.2.11. Análise estatística	67
5. RESULTADOS	68
6. DISCUSSÃO	76
7. CONCLUSÕES	86
ANEXOS	88
SUMMARY	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
OBRAS CONSULTADAS	105

LISTAS

I- TABELAS**PÁGINA**

TABELA 5-1 - Resultados da Análise de Variância ($\alpha=5\%$) para o ensaio de resistência à fratura de raízes.	69
TABELA 5-2 - Resultados da Análise de Variância ($\alpha=5\%$), com desdobramento do Grau de liberdade do fator tratamento, para o ensaio de resistência à fratura de raízes.	70
TABELA 5-3 - Resultados do Teste t-Student a 5% para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação ao fator Volume da Raiz.	71
TABELA 5-4 - Resultados do Teste t-Student a 5% para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação ao fator Condição da Raiz.	72
TABELA 5-5 - Resultados do Teste t-Student a 5% para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação ao fator Tipo de Pino Intra-radicular.	73
TABELA 5-6 - Resultados do Teste t-Student a 5% para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação à interação Volume da Raiz x Condição da Raiz.	74
TABELA 5-7 - Resultados do Teste t-Student a 5% para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação à interação Condição da Raiz x Tipo de Pino Intra-radicular.	75

II- QUADROS**PÁGINA**

QUADRO 4-1 - Marca comercial e classificação dos materiais para reconstrução e cimentação utilizados no ensaio de resistência à fratura de raízes.	44
QUADRO 1 - Marca comercial, classificação, número de lote e fabricante dos materiais para reconstrução e cimentação utilizados no ensaio de resistência à fratura de raízes.	89
QUADRO 2 - Valores médios obtidos através das medidas dos diâmetros vestibulo-palatino e mesio-distal das raízes de incisivos centrais superiores.	90
QUADRO 3 - Valores médios obtidos através das medidas dos diâmetros vestibulo-palatino e mesio-distal das raízes de caninos superiores.	91
QUADRO 4 - Quantidade de raízes distribuídas por grupo.	92

QUADRO 5 -	Resultado da divisão das raízes em Grupo de dentes, Volume da raiz, Condição da raiz e Tipo de Pino Intra-radicular.	92
QUADRO 6 -	Seqüência obtida, através de sorteio, para a realização dos preparos intra-radulares.	93
QUADRO 7 -	Resultados (em Kgf) do ensaio de resistência à fratura de raízes, médias e desvios padrões em relação ao Grupo Dental (Incisivo e Canino), Volume da Raiz (Pequeno, Médio e Grande), Condição da Raiz (Debilitada e Hígida) e Tipo de Pino Intra-radicular (Pré-fabricado e Núcleo metálico fundido).	94

III- FIGURAS

PÁGINA

FIGURA 4-1 -	Obtenção das medidas dos maiores diâmetros vestibulo-palatino e méso-distal, através de paquímetro: (A) vestibulo-palatino (V-P) e (B) méso-distal (M-D).	45
FIGURA 4-2 -	Seqüência do desgaste para simular raízes debilitadas: (A) 1º desgaste; (B) 2º desgaste e (C) 3º desgaste.	49
FIGURA 4-3 -	Seqüência esquemática do preparo intra-radicular para simular raízes debilitadas.	49
FIGURA 4-4 -	(A) Controle da medida de 0,5 mm de espessura das paredes dentinárias radulares com especímetro; (B) Controle da profundidade de 4,0 mm com sonda periodontal.	50
FIGURA 4-5 -	Preparo intra-radicular expulsivo para núcleo metálico fundido.	50
FIGURA 4-6 -	Seqüência do preparo intra-radicular para o pino pré-fabricado: (A) Abertura e alargamento do canal; (B) Alargamento definitivo do canal; (C) Controle da profundidade e diâmetro e (D) Confecção da rosca do pino.	51
FIGURA 4-7 -	Inserção da resina composta em raiz debilitada com cone de guta-percha adaptado ao canal.	53
FIGURA 4-8 -	Adaptação do calibrador de medição para facilitar o preparo para o pino pré-fabricado após a inserção da resina composta.	54
FIGURA 4-9 -	Ponta diamantada cilíndrica de extremidade plana, com 1,40 mm de diâmetro, utilizada para fazer um ligeiro desgaste na resina, até a profundidade de 7,0 mm, antes da estabilização do pino pré-fabricado, cujo diâmetro é de 1,35 mm.	55
FIGURA 4-10 -	Confecção do padrão para núcleo metálico fundido: (A) Porção radicular do padrão confeccionada em resina acrílica;	57

	(B) Pino pré-fabricado com parte coronária preenchida com fina camada de cera; (C) Moldagem da parte coronária do pino pré-fabricado; (D) Prenchimento do molde com resina acrílica em consistência fluida; (E) Raiz juntamente com a porção radicular do padrão posicionados sobre o molde.	
FIGURA 4-11-	Padrão de resina acrílica após o acabamento.	58
FIGURA 4-12-	(A) Raiz debilitada preenchida com resina composta e com núcleo metálico fundido cimentado; (B) Raiz debilitada preenchida com resina composta e com pino pré-fabricado cimentado.	60
FIGURA 4-13-	Confecção dos corpos de prova: (A) Raiz fixada no centro de uma base de resina de poliestireno; (B) Raiz e base de resina de poliestireno dentro de um anel obtido de tubo de PVC, para que este fosse completado com segunda porção de resina.	61
FIGURA 4-14-	Corpo de prova – raiz com núcleo metálico fundido cimentado incluída em resina de poliestireno até a profundidade de 9,0 mm de seu comprimento.	62
FIGURA 4-15-	Corpo de prova – raiz incluída em resina de poliestireno. No detalhe, casquete de níquel-cromo, com “nicho”, sobre o pino Radix-Anker.	63
FIGURA 4-16-	Dispositivo de aço inoxidável confeccionado para posicionar os corpos de prova em ângulo de 45° em relação ao plano horizontal durante os ensaios de compressão.	64
FIGURA 4-17-	Esquema do dispositivo metálico com corpo de prova posicionado em ângulo de 45° em relação ao plano horizontal, fazendo com que a carga compressora fosse incidida em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz.	65
FIGURA 4-18-	Ângulo de 135,4° formado pelo contato entre os incisivos centrais superiores e inferiores quando em relação oclusal do tipo Classe I, segundo análise ortodôntica.	65
FIGURA 4-19-	Ensaio de resistência à fratura com aplicação de carregamento tangencial de compressão em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz; (A) e (C) sobre núcleo metálico fundido; (B) e (D) sobre casquete metálico posicionado sobre o pino pré-fabricado.	66

FIGURA 5-1 -	Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação ao fator Volume da Raiz – Pequeno (P), Médio (M) e Grande (G).	71
FIGURA 5-2 -	Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação ao fator Condição da Raiz – Debilitada (D) e Hígida (H).	72
FIGURA 5-3 -	Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação ao fator Tipo de Pino Intra-radicular – Pré-fabricado (P) e Núcleo metálico fundido (N).	73
FIGURA 5-4 -	Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação à interação Volume da Raiz x Condição da Raiz – Grande x Hígida (GH), Médio x Hígida (MH), Pequeno x Hígida (PH), Grande x Debilitada (GD), Médio x Debilitada (MD) e Pequeno x Debilitada (PD).	74
FIGURA 5-5 -	Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação à interação Condição da Raiz x Tipo de Pino Intra-radicular – Hígida x Pino pré-fabricado (HP), Hígida x Núcleo metálico fundido (HN), Debilitada x Núcleo metálico fundido (DN) e Debilitada x Pino pré-fabricado (DP).	75

IV- SIGLAS

Apud - em

°C - graus Celsius

cm - centímetro

et al. - e outros (abreviatura de *et alii*)

g - grama

HL - haste longa

Kgf - quilograma força

M-D - mésio-distal

mg - miligrama

mm - milímetro

mm/min – milímetros por minuto

ml - mililitro

mW/cm² - miliwatts por centímetro quadrado

Op. Cit. - na obra citada (abreviatura de "Opus citatum")

V-P - vestibulo-palatina

µm - micrômetros

RESUMO

A restauração de dentes tratados endodonticamente através da colocação de núcleos metálicos fundidos ou pinos pré-fabricados é dificultada quando há grande perda de estrutura dentinária. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar 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/compósito. Trinta e oito raízes, entre debilitadas e hígidas, foram preparadas para receberem núcleos metálicos fundidos e, as demais, para receberem pinos pré-fabricados, ambos cimentados com cimento de fosfato de zinco. Os corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência à fratura em Máquina de Ensaio Universal com aplicação da carga compressiva em um ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes dos fatores experimentais *Volume da Raiz*, sendo as raízes grandes as que apresentaram maior resistência à fratura; *Condição da Raiz*, onde as raízes hígidas 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 hígidas foram mais resistentes que as demais e da interação *Condição da Raiz x Tipo de Pino Intra-radicular*, sendo as raízes hígidas com pinos pré-fabricados as mais resistentes. Sob as condições estudadas, raízes grandes, hígidas e com pinos pré-fabricados cimentados apresentaram melhores resultados de resistência à fratura.

Palavras-Chave:

Adesivos dentinários - Resina composta - Núcleo metálico fundido - Pino pré-fabricado.

1. INTRODUÇÃO

A experiência clínica revela que a grande maioria dos dentes tratados endodonticamente apresenta problemas devido a extensas lesões cariosas, fraturas, restaurações anteriores e acesso ao tratamento endodôntico^{2,20,53,55,59,66,68,70}. Como resultado, resta pouca estrutura dental para promover retenção e resistência a uma restauração direta ou indireta^{2,4,10,15,27,52,53,54,55,57}. A solução para esses casos é a colocação de um pino intra-radicular como meio auxiliar de retenção e suporte para a reconstrução da estrutura coronária perdida^{2,3,4,10,15,23,26,28,35,36,39,40,41,43,48,50,51,52,53,54,55,57,71}.

No século XVIII, FAUCHARD⁵³ utilizou um pino de madeira dentro do canal. A madeira, quando umedecida, se dilatava, proporcionando retenção à coroa. BLACK⁵, no século seguinte, também buscou soluções para este problema, empregando uma rosca no interior do canal. O espaço remanescente entre a rosca e o canal era preenchido com ouro em folha. Foi de grande sucesso a técnica da coroa de RICHMOND, no final do século XIX, na qual um pino intra-radicular cônico fazia parte integral da coroa ("pivot")⁵³. Mais tarde, os núcleos passaram a ser confeccionados separadamente da coroa, através da inclusão e fundição de um padrão de resina acrílica ou cera^{42,53}. Por último, surgiram os pinos pré-fabricados, pertencentes a sistemas que utilizam limas e brocas padronizadas com o tamanho do pino⁵³. Este, por sua vez, pode ser classificado quanto à forma geométrica em paralelo e cônico^{10,28,45,53,55,71} e, quanto à configuração da superfície, em liso, serrilhado e rosqueado^{10,28,44,51,55,61,71} ou auto-rosqueável^{10,28,71}.

Em função da extensão da cárie, fratura, preparos intra-radulares incorretos e, ainda, remoção de pinos e núcleos, reabsorções internas e do próprio acesso inadequado para o tratamento endodôntico, ocorre o enfraquecimento das raízes, condenando-as à exodontia^{7,33,34,37}.

A Dentística Restauradora tem como um dos seus principais objetivos a conservação e reabilitação da função e estética dos dentes^{32,37}. No entanto, a restauração de dentes severamente debilitados, sem suporte dentinário no terço coronário do canal, mesmo quando adequadamente suportados por tecidos periodontais, torna-se difícil³³. Dessa maneira, a restauração dessas raízes possibilitaria tratamentos mais conservadores^{7,32,33,34,37}.

Na década de cinquenta, um importante avanço foi obtido por BUONOCORE⁶, através da técnica do ataque ácido do esmalte. Posteriormente, a indicação do condicionamento ácido total¹⁸ e o surgimento dos adesivos dentinários envolvendo a aplicação de monômeros hidrófilos, que penetram na dentina intertubular e peritubular descalcificada^{46,67}, propiciou a formação de uma área mais extensa de retenção, denominada "zona híbrida", que é uma combinação de colágeno e polímero^{46,67}.

Também em evolução, desde que desenvolvidas por BOWEN⁶, as resinas compostas têm sido utilizadas em diversos procedimentos clínicos^{12,24,28,30,33,34,37,59,72}. Devido a suas propriedades, tais como: fácil manipulação, resistência comparável à da estrutura dental, baixa resposta a estímulos térmicos, resiliência e polimerização por luz⁴⁷, alguns autores^{7,32,33,34,37} têm sugerido a utilização desse material para a reconstrução da porção coronária de raízes debilitadas, evitando, assim, que fossem fatalmente extraídas e tornando-as capazes de suportar um pino intra-radicular e manter as funções normais do dente.

Diante dessa nova condição clínica e devido à evolução dos sistemas restauradores adesivos e dos pinos pré-fabricados, é iminente a necessidade de se encontrar qual a melhor maneira para reabilitar raízes enfraquecidas através da utilização de materiais adesivos, atuando como "dentina artificial", associados aos pinos intra-radiculares nas reconstruções morfológicas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Muito tem sido discutido sobre os métodos indicados para a reabilitação de dentes tratados endodonticamente, dando ênfase à utilização de núcleos e pinos intra-radiculares. Estes são empregados, segundo SILVERSTEIN⁵⁴, em 1964, com a finalidade de proporcionar suporte a uma restauração, já que os dentes desvitalizados apresentam-se enfraquecidos e com perda de estrutura devido à cárie e procedimentos endodônticos. Neste artigo, o autor descreveu uma técnica direta para a confecção de núcleos metálicos fundidos a partir de padrões de resina acrílica e cera.

A confecção de um núcleo intra-radicular para a restauração de dentes desvitalizados pode ser realizada a partir da fundição de um padrão de resina acrílica ou cera, segundo LARATO²⁹, em 1966. Ele sugeriu que o preparo intra-radicular deve ter uma profundidade equivalente a dois-terços do comprimento da raiz e que o comprimento da haste pino deve ser maior que a distância gengivo-incisal da coroa protética final.

No ano seguinte, CHRISTY & PIPKO¹¹, em um artigo, onde descreveram uma técnica para a restauração de dentes tratados endodonticamente, afirmaram que os pinos pré-fabricados apresentam uma resistência superior aos núcleos metálicos fundidos e que pinos de lados paralelos são mais retentivos que pinos cônicos.

Através de testes de resistência à tração, COLLEY; HAMPSON; LEHMAN¹³, em 1968, investigaram a capacidade retentiva de pinos intra-radiculares de diferentes comprimentos, formas e superfícies, cimentados em raízes de incisivos. Os resultados indicaram claramente que as dimensões do pino influenciaram sua retenção, sendo que os mais retentivos foram os pinos de lados paralelos. Pinos serrilhados ou de superfície rugosa também tiveram maior capacidade retentiva. Nesse mesmo ano, indicaram a utilização de pinos paralelos pré-fabricados, devido à dificuldade de se

confeccionar um padrão em cera com essas características que, após a fundição, fosse passível de adaptação ao canal radicular preparado com paredes paralelas.

Técnicas diretas e indiretas para o preparo de padrões de resina acrílica para a confecção de núcleos metálicos fundidos foram propostas por MONDELLI; PICCINO; BERBERT⁴², em 1971, com o objetivo fundamental de proporcionar retenção a uma coroa protética funcional e estética. Descreveram tais métodos apresentando um caso clínico no qual foram confeccionados padrões de resina acrílica para um incisivo central superior e um incisivo lateral superior.

STANDLEE et al.⁶⁴, em 1972, compararam três diferentes pinos endodônticos, sendo um cônico de superfície lisa, um paralelo de superfície lisa e um rosqueado em dentina, avaliando a capacidade destes de transmitir as forças para as estruturas de suporte. De acordo com a análise fotoelástica empregada nesse estudo, pinos mais longos reduzem a concentração de tensão, que também é melhor distribuída quando pinos rosqueados na dentina são usados. Já pinos cônicos e lisos promovem maior acúmulo de tensões. Salientaram, ainda, que a pressão exercida durante a cimentação do pino pode ser mais um fator responsável pela instalação de tensões na região apical. Essa pressão pode ser reduzida pela presença de sulcos de escape para o cimento ao longo da haste do pino.

No ano de 1973, STERN & HIRSHFIELD⁶⁶ discutiram princípios que devem ser considerados durante o preparo de um dente tratado endodonticamente a ser restaurado com núcleo intra-radicular e coroa protética. Afirmaram que a perda de estrutura dental por cárie, fratura, acesso para o tratamento endodôntico e a desidratação causam o enfraquecimento do dente despolpado. Seus critérios determinaram que o núcleo metálico fundido deveria apresentar o mesmo contorno anatômico do canal radicular, preparado de acordo com o contorno externo da raiz, a fim de evitar perfurações e prevenir a rotação desse núcleo. Também descreveram que o

comprimento do núcleo é extremamente importante para uma adequada retenção e que o mesmo deve ser determinado em função da quantidade de suporte ósseo que envolve a raiz. Assim, propuseram que o núcleo deveria estender-se pelo menos até a metade da distância entre a crista óssea alveolar e o ápice radicular.

Utilizando resina composta, STAHL & O'NEAL⁶¹, em 1975, introduziram uma técnica para a confecção de núcleos intra-radulares. Descreveram um caso clínico onde a resina composta foi injetada no canal preparado até transbordar, e uma coroa de polycarbonato, preenchida com resina composta, foi adaptada às margens do término cervical. Essa coroa teve como finalidade servir de molde para a confecção do núcleo coronário e como coroa provisória. Estudos laboratoriais também foram conduzidos para verificar essa condição clínica. Afirmaram que, embora maior tempo de avaliações fosse necessário, resultados preliminares indicaram que a resina composta como núcleo intra-radicular e coronário junto a uma restauração final preencheram os objetivos de saúde, função e estética na restauração de dentes desvitalizados.

SPANG⁶⁰, em 1975, publicou um trabalho no qual descreveu as indicações e a técnica de preparo intra-radicular e inserção do pino pré-fabricado auto-rosqueável RADIX-ANKER, que apresenta lados paralelos e sulcos de escape para o cimento. Citou, como indicações, o uso desse pino em dentes unirradulares que serão preparados para receber coroas totais ou parciais e para substituir coroas com núcleos intracanaís. As reentrâncias da porção coronária do RADIX-ANKER proporcionam retenção e reforço para resina composta utilizada para a confecção do núcleo coronário, procedimento que pode ser realizado em uma única sessão. O raso contorno das roscas previne a ação de compressão, enquanto a larga distância entre estas facilita a remoção e reinserção do pino facilmente. Destacou que, ao encontrar resistência ao rosquear o pino, significa que o final do canal foi alcançado. Por isso, o procedimento deve ser interrompido para que se evite a fratura da raiz ou o rompimento das roscas.

Em 1976, CAPUTO & STANDLEE¹⁰ discutiram por que, quando e como utilizar “pins” e pinos intra-radulares como meios auxiliares de retenção de restaurações. Além de promover retenção, afirmaram que pinos preservam e protegem o remanescente dental. Em relação aos tipos de pinos existentes, classificaram-nos de cônicos, paralelos e rosqueados, atribuindo aos paralelos superior capacidade retentiva. Baseados na literatura, descreveram que pinos mais longos são mais retentivos e que pinos cônicos tendem a exibir um efeito de cunha, o qual gera maior concentração de tensões. Verificaram, ainda, que o aumento do diâmetro do pino, embora proporcione maior retenção, causa o enfraquecimento do dente, devido ao maior desgaste de estrutura dentinária durante o preparo intra-radicular para sua colocação. Dessa maneira, enfatizaram que no mínimo 1,0 mm de dentina sadia deve permanecer ao redor do canal após o seu preparo.

Avaliando as técnicas utilizadas para a restauração de dentes posteriores tratados endodonticamente, JOHNSON; SCHWARTS; BLACKWELL²⁶, em 1976, descreveram que, durante o preparo do dente, toda estrutura dentinária sadia deve ser preservada para proporcionar a máxima resistência dental. Ressaltaram que, embora pinos intra-radulares serrilhados e rosqueados garantam maior resistência ao dente contra fratura, eles contam com a elasticidade da dentina para sua retenção. Conseqüentemente, durante a inserção do pino, a dentina é comprimida. Assim, para que se evitem fraturas, esse procedimento deve ser executado com muito cuidado.

Segundo TIDMARSH⁶⁸, em 1976, 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 despulpados e enfraquecidos depende do conhecimento da fragilidade destes e de uma adequada restauração que proteja o remanescente dental, garantindo sua função na cavidade bucal.

O propósito do estudo de STANDLEE; CAPUTO; HANSON⁶³, em 1978, foi investigar o efeito do comprimento, do diâmetro, da configuração do pino e do cimento utilizado para sua fixação, sobre a retenção do mesmo. Neste experimento foram preparados 360 espécimes, nos quais foram inseridos três tipos de pinos pré-fabricados: pinos cônicos de superfície lisa; pinos paralelos e serrilhados e pinos paralelos e rosqueados, com comprimentos de 5,0 mm e 8,0 mm. Para fixar os pinos, foram selecionados o cimento de fosfato de zinco, cimento de policarboxilato e resina epóxi. Para todos os corpos de prova foram realizados testes de tração. Os resultados indicaram que os principais fatores que influenciam a retenção de um pino intracanal são a sua configuração (liso, serrilhado ou rosqueado) e o seu comprimento. O diâmetro mostrou ter pouco efeito sobre a capacidade retentiva do pino. Concluíram que os pinos mais retentivos foram os paralelos rosqueados e serrilhados. Em relação aos cimentos, o cimento de fosfato de zinco apresentou melhores resultados, mas o tipo de cimento utilizado apenas mostrou efeito significativo sobre a retenção dos pinos cônicos.

Em 1978, MILLER³⁹ descreveu uma técnica direta para a confecção de um padrão de resina acrílica. Enfatizou que o comprimento intra-radicular do núcleo deve ser, no mínimo, igual ao comprimento da coroa clínica. Em relação à retenção, afirmou que, embora os pinos paralelos possuam maior capacidade retentiva, o uso de instrumentos rotatórios para preparar o canal com paredes paralelas pode ocasionar perfurações na raiz. Dessa maneira, sugeriu o uso de um núcleo longo com uma leve conicidade para se obter uma adequada retenção e igual distribuição de tensões ao longo do dente.

Nesse mesmo ano, TRABERT; CAPUT; ABOU-RASS⁷⁰ afirmaram que pouca atenção era 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. O 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 pinos paralelos de dois diâmetros diferentes e os dentes restaurados com resina composta. Os espécimes foram submetidos a teste de impacto e os resultados mostraram que a preservação da estrutura dental interna e o uso de pinos de menor diâmetro proporcionam às raízes maior resistência à fratura.

Em um estudo “in vitro” desenvolvido por JOHNSON & SAKAMURA²⁵, em 1978, a influência da forma, do comprimento e do diâmetro do pino intra-radicular sobre sua capacidade retentiva foi avaliada. Incisivos laterais superiores foram preparados e receberam pinos endodônticos cônicos ou pinos paralelos serrilhados de diferentes tamanhos. As raízes foram embutidas em resina acrílica, e os espécimes, submetidos a testes de resistência à tração. As conclusões descritas foram que pinos paralelos resistem mais à tração que pinos cônicos; que o aumento do comprimento do pino resulta em aumento de sua retenção, assim como pinos de maior diâmetro são também mais retentivos. Afirmaram, entretanto, que é preferível usar pinos mais longos para melhorar sua retentividade a utilizar pinos com grandes diâmetros, pois para a inserção destes há necessidade de maior desgaste de estrutura dentinária.

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, RUEMPING; LUND; SCHNELL⁵¹, em 1979, verificaram a capacidade retentiva destes quando sujeitos à tração e torção. Os pinos comparados apresentavam comprimentos de 5,0 mm e 8,0 mm para cada uma das seguintes classificações: cônico liso, paralelo liso, paralelo serrilhado e paralelo rosqueado em dentina. 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. Embora com influência menor que a da

configuração da superfície, a diferença entre os comprimentos dos pinos foi significativa, sendo aqueles com maior comprimento mais retentivos.

GUZY & NICHOLLS²¹, através de um estudo "in vitro" conduzido em 1979, compararam dentes tratados endodonticamente com e sem pinos intra-radiculares, com o objetivo de determinar se estes reforçam as raízes contra fratura. Incisivos centrais e caninos superiores sem e com 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 intracanaís.

Em 1980, ZMENER⁷⁵ descreveu a adaptação e a 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 microscópio para revelar microfraturas. Concluiu que a adaptação dos pinos intra-radiculares às 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 radiculares, verificou que o pino paralelo e rosqueado na dentina não provocou concentração de tensões, protegendo a raiz.

Determinar a susceptibilidade à fratura de dentes tratados endodonticamente sob determinadas condições clínicas foi o objetivo do estudo de ROSS⁵⁰, em 1980. Para a investigação "in vivo" foram selecionados 220 dentes

desvitalizados, avaliados através de exames clínicos e radiográficos. Os aspectos considerados foram a idade e o sexo do paciente, a função do dente na cavidade oral, o tipo e o tempo do tratamento endodôntico, a presença e as características do suporte intra-radicular (forma, comprimento e diâmetro) e o tipo de restauração (parcial ou total). Todos os dentes observados apresentavam-se favoravelmente em função por, no mínimo, cinco anos após o procedimento endodôntico, sem presença de fraturas. Também não houve diferença em relação à influência da idade do dente sobre a susceptibilidade à fratura. 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.

Através de análise fotoelástica, STANDLEE et al.⁶⁵, em 1980, avaliaram a tensão induzida durante a inserção do pino pré-fabricado RADIX-ANKER. Nessa fase do estudo, duas variáveis foram testadas: o comprimento e o diâmetro do pino. Em outra análise, foi verificada a capacidade retentiva do mesmo. Para esse procedimento foram utilizadas quarenta raízes de dentes unirradiculares. Também foram pesquisados os efeitos das variáveis comprimento e diâmetro, sendo que os corpos de prova foram sujeitos ao teste de tração. A influência da forma do pino também foi observada, comparando o RADIX a dois outros tipos de pinos pré-fabricados e a um núcleo metálico cônico. Puderam concluir que, quando foi diminuído o comprimento do pino, fazendo com que as roscas atingissem a parte apical do modelo fotoelástico, altos níveis de tensões foram verificados nesta região, ou seja, na região de menor diâmetro. Já quando as roscas limitaram-se à porção cervical do modelo, a concentração de tensões ocorreu lateralmente. Sugeriram, por isso, que o ápice do pino RADIX não alcance o final do preparo radicular. Assim, indicaram que durante a inserção do pino, ao sentir uma leve resistência, deve-se retroceder meia-volta. Ainda concluíram que o pino RADIX-ANKER foi mais retentivo que os núcleos cônicos, mas menos retentivo que um

pino pré-fabricado com roscas em toda a extensão de sua haste. Com variações de diâmetro e comprimento, os pinos RADIX mais longos e mais largos apresentaram maior retentividade. Já no estudo fotoelástico, não ocorreram diferenças na instalação de tensões com a variação do diâmetro.

ASSIF & FERBER¹, em 1982, compararam a retenção de pinos pré-fabricados fixados com cimento de fosfato de zinco. Utilizaram pinos de lados paralelos, serrilhados, com sulco de escape para o cimento e pinos cônicos e auto-rosqueáveis. Cem raízes de dentes anteriores foram divididas em quatro grupos. No grupo 1, os pinos paralelos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco. No grupo 2, os pinos paralelos foram cimentados com cimento resinoso. Para o grupo 3 foi utilizado o cimento de fosfato de zinco para fixar os pinos cônicos e, no grupo 4, o cimento resinoso foi usado com pinos cônicos. Após a inserção dos pinos, as raízes foram incluídas em resina acrílica e submetidas a 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.

Com o objetivo de analisar a distribuição e a concentração de tensões na dentina, MATTISON³⁸, em 1982, desenvolveu um estudo no qual usou núcleos de ouro de diferentes diâmetros. Dez modelos foram construídos, simulando incisivos centrais superiores, para a realização de uma análise fotoelástica. Um núcleo coronário de resina composta foi colocado sobre cada um dos núcleos intra-radulares a serem testados. Após a aplicação de cargas, a tensão gerada na raiz simulada foi avaliada. Os resultados desse estudo sugeriram que o diâmetro do núcleo intra-radicular afeta a magnitude das tensões, sendo que estas aumentam quando o diâmetro do núcleo é maior.

Através de uma revisão de literatura, DEUTSCH et al.¹⁵, em 1983, identificaram e discutiram tópicos associados à utilização de pinos pré-fabricados. De

acordo com os trabalhos revisados, concluíram que pinos paralelos auto-rosqueáveis são 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 reduzem a concentração de tensões; pinos rosqueados promovem melhor distribuição de forças; pinos cônicos exibem efeito de cunha e geram maior concentração de tensões e que pinos paralelos de superfície lisa e sem sulco de escape para o cimento ocasionam tensão mais intensa na região apical. Descreveram que não foram demonstradas diferenças significantes entre dentes vitais e dentes tratados endodonticamente em relação à fratura radicular. A respeito deste tópico, ainda, ressaltaram que raízes mais longas são mais resistentes e que incisivos centrais restaurados com pinos paralelos são significantemente mais resistentes à fratura durante o impacto.

SORENSEN & MARTINOFF⁵⁸, em 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. A posição do dente no arco também foi avaliada. Esse trabalho incorporou resultados de estudos "in vitro" para determinar se fatores similares foram clinicamente significantes para a longevidade de dentes desvitalizados. Cerca de 6000 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. Os dentes observados que possuíam "onlays" ou coroas protéticas foram classificados como dentes com cobertura coronária. Já os que possuíam restaurações diretas foram denominados dentes sem cobertura coronária. Da mesma maneira, foram categorizados os dentes com ou sem reforço intra-radicular, ou seja, com ou sem pinos intracanaís. Todos tratamentos foram verificados

radiograficamente. Concluíram que não houve aumento significativo da resistência à fratura ou deslocamento quando os dentes dos seis grupos anatômicos possuíam reforço intracoronário. A colocação de pinos e de coroas não afetou significativamente o índice de sucesso clínico para dentes anteriores superiores e inferiores. Já para os dentes posteriores superiores e inferiores, o índice de sucesso clínico foi significativamente melhorado com a cobertura coronária.

Ainda nesse ano, SORENSEN & MARTINOFF⁵⁷, através do mesmo estudo "in vivo", onde avaliaram 1273 dentes tratados endodonticamente, tiveram como propósito comparar o sucesso clínico dos métodos usados para restauração, influenciado pelas características dos pinos intra-radulares. Os pacientes foram submetidos a exames clínicos e radiográficos. Baseados nessas observações, concluíram que pinos paralelos e serrilhados garantem grande sucesso, pois não foram responsáveis por fraturas radiculares. Já raízes com núcleos metálicos cônicos foram menos resistentes à fratura que dentes tratados sem reforço intracoronário. Citaram, ainda, que dentes com núcleos de comprimento igual ou maior que o comprimento da coroa mostraram índice de sucesso de 97% e que a preservação de estrutura dentinária, através da utilização de núcleos de pequenos diâmetros, minimizam as chances de fracasso do tratamento.

TRABERT & COONEY⁷¹, em 1984, descreveram conceitos e técnicas para a 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. Discutiram os tipos de meios auxiliares de retenção que podem ser utilizados, como os núcleos metálicos fundidos convencionais, confeccionados a partir de padrões de cera ou resina acrílica, reproduzindo o contorno do canal preparado e os pinos pré-fabricados, encontrados em grande variedade de formatos e configurações de superfície.

Em um artigo publicado em 1984, MUSICANT & DEUTSCH⁴⁵ 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 cônica e cilíndrica (paralela). Afirmaram que as desvantagens estão associadas aos tipos de pinos utilizados, sendo os passivos cônicos os que mostram menor capacidade retentiva e distribuição irregular de tensões ao longo do dente quando em função. Já os passivos paralelos garantem aumento da retenção e distribuição de tensões mais uniforme, enquanto os ativos paralelos são 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.

A tendência dos dentistas a usarem pinos pré-fabricados para a restauração de dentes tratados endodonticamente levou DEUTSCH et al.¹⁶ a realizarem um estudo, em 1985, através do qual avaliaram a capacidade retentiva de um pino paralelo com extremidade apical cônica, auto-rosqueável, com sulco de escape para o escoamento do cimento e com uma fenda em aproximadamente dois-terços de sua haste, no sentido longitudinal. Pinos de diferentes tamanhos foram cimentados em raízes e submetidos a testes de tração. Em função dos resultados obtidos nesse estudo, e comparando-os aos resultados de estudos similares, concluíram que este tipo de pino pré-fabricado foi o mais retentivo e que esta capacidade retentiva torna-se maior, quando o tamanho do pino aumenta.

Segundo TURNER & WILLOUGHBY⁷³, em 1985, a retenção de pinos intraradiculares varia em relação ao diâmetro dos mesmos, sendo que os maiores diâmetros proporcionam melhor capacidade retentiva. Verificaram, ainda, 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.

Em um estudo "in vitro", conduzido em 1985, TJAN & WHANG⁶⁹ 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 1,0 mm, 2,0 mm, 3,0 mm e 1,0 mm com um término cervical em chanfrado. Um carregamento tangencial de compressão foi aplicado sobre a superfície palatina dos núcleos. Os corpos de prova foram posicionados em ângulo de 30° em relação ao plano horizontal. De acordo com os resultados, raízes com 1,0 mm de espessura de parede dentinária foram mais propensas à fratura. Concluíram, em oposição a outros trabalhos, que a adição de um colar metálico ao redor do término cervical não melhora a resistência à fratura radicular.

Com a finalidade de avaliar a relação entre o tamanho da raiz, o tamanho do pino e a resistência à fratura radicular durante a inserção destes, DEUTSCH et al.¹⁷, em 1985, selecionaram 212 raízes nas quais foram cimentados três diferentes tipos de pinos pré-fabricados com dimensões semelhantes. Entre estes, um pino paralelo, auto-rosqueável e sem roscas na porção apical da haste; um pino paralelo, auto-rosqueável e com roscas em todo seu comprimento e um pino cônico, auto-rosqueável e com roscas em toda a extensão da sua haste. Os espécimes foram submetidos à tração. Concluíram que os pinos cônicos e auto-rosqueáveis aumentam a incidência de fratura e que as raízes com pinos paralelos e sem roscas na região apical da haste são as mais resistentes à fratura. Afirmaram, também, que raízes de menor volume são mais sujeitas à fratura.

A capacidade retentiva e a distribuição de tensões também foram estudadas por COONEY; CAPUTO; TRABERT¹⁴, em 1986, através de testes de resistência à tração e análise fotoelástica. Foram comparados 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 são mais retentivos que pinos com extremidade cônica, afirmando que esta conicidade resulta 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.

ROSEN & PARTIDA-RIVERA⁴⁹, ainda em 1986, realizaram um estudo para determinar se a fratura radicular pode ser prevenida com o reforço de "colares" cervicais metálicos. Setenta e seis incisivos laterais superiores foram testados, sendo 38 com "colares" metálicos e 38 sem estes. As coroas foram separadas das raízes, permanecendo 1,0 mm de estrutura coronária acima da junção amelo-cementária. Para provocar as fraturas foram aplicadas forças expansivas (torção) durante a inserção de pinos intra-radulares cônicos e auto-rosqueáveis. Baseados nos resultados obtidos, concluíram que as raízes com "colares" metálicos foram significativamente mais resistentes e as de pequeno diâmetro méso-distal apresentaram maior incidência de fratura.

Segundo MILLSTEIN et al.⁴⁰, em 1987, os cimentos resinosos são mais aptos a deformar-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. Força de tração foi aplicada até que os pinos se separassem das raízes. Puderam concluir 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.

KÄYSER; LEEMPOEL; SNOEK²⁸, em 1987, afirmaram que a restauração de dentes desvitalizados, em geral, implica a 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.

Um método para fortalecer a porção cervical de raízes debilitadas foi descrito, através de casos clínicos, por LUI³⁴, em 1987. Tais defeitos radiculares foram preenchidos com resina composta fotopolimerizável, seguido de preparos para a colocação de pinos intra-radiculares. Esse procedimento, segundo o autor, é simples de ser realizado e é indicado para casos em que um meio auxiliar de retenção intracanal é necessário para sustentar uma coroa protética.

No ano de 1989, GREENFELD et al.¹⁹ 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.

Através de uma revisão da literatura, HUNTER & FLOOD²³, em 1989, discutiram a restauração de dentes tratados endodonticamente, citando que existem controvérsias em relação ao uso de pinos e núcleos intra-radiculares. 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 muito importantes para a retenção da 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 núcleo intracanal.

De acordo com BARKHORDAR; RADKE; ABBASI⁴, em 1989, 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 3º de conicidade sobre a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. As coroas de incisivos centrais superiores foram removidas de 1,0 a 2,0 mm acima da junção cimento/esmalte. O ápice radicular foi obturado com gutapercha em uma extensão de 5,0 mm e as raízes foram divididas em dois grupos. No grupo I foram feitos preparos intra-radiculares com profundidade de 8,0 mm e confeccionados núcleos metálicos fundidos. Para o grupo II, os mesmos preparos intra-radiculares do grupo anterior foram realizados, mas foi feito um preparo cônico do remanescente de parede dentinária, sobre o qual foi confeccionado o núcleo metálico

fundido, permitindo a formação de um “colar” metálico ao redor da estrutura dental. 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.

ROBBINS⁴⁸, em 1990, apresentou um roteiro para a restauração de dentes tratados endodonticamente baseado em uma revisão da literatura. Sugeriu que o operador deve minimizar a perda de estrutura dentinária durante o preparo intraradicular, pois quanto maior o diâmetro do canal radicular, mais enfraquecida é a raiz, diminuindo sua resistência à fratura. Em termos de retenção, afirmou que pinos rosqueáveis são mais retentivos, seguidos pelos pinos paralelos e, por último, os cônicos, que possuem a menor capacidade de retenção.

Desenvolvendo um estudo “in vitro”, em 1990, SORENSEN & ELGELMAN⁵⁶ determinaram o efeito de diferentes pinos intra-radulares e da adaptação destes no canal radicular sobre a resistência à fratura de dentes desvitalizados. Foram selecionados quarenta incisivos centrais superiores extraídos que receberam o tratamento endodôntico. Esses dentes foram divididos em quatro grupos, sendo que, nos grupos 1, 2 e 3, as raízes foram desgastadas internamente, criando uma cavidade em forma de funil e deixando apenas 1,0 mm de estrutura dental remanescente na porção cervical da raiz. Para as raízes do quarto grupo foi realizado um preparo do canal, onde toda estrutura dental foi conservada. Realizados os preparos, nas raízes do grupo 1 foram cimentados pinos pré-fabricados paralelos serrilhados apenas. O grupo 2 recebeu núcleos fundidos através de padrões de resina acrílica que reproduziram

totalmente o preparo. Para o terceiro grupo, aos pinos pré-fabricados foi acrescentada resina acrílica que se estendeu até 2,0 mm no interior do canal; após a fundição, esses pinos foram cimentados nas raízes. O último grupo recebeu os pinos pré-fabricados, totalmente adaptados às paredes do canal radicular. As raízes foram incluídas em resina acrílica e submetidas a um carregamento tangencial de compressão aplicado em ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente até a fratura. Observaram que a adaptação máxima entre o pino cônico e a raiz aumentou significativamente o limiar de fratura desses dentes. Assim, concluíram que pinos paralelos apresentaram menor frequência de fratura e envolveram menos estrutura dental durante o preparo; com pinos cônicos houve maior número de extensas fraturas envolvendo grande quantidade de estrutura dental em direção apical e lingual.

TROPE & TRONSTAD⁷², em 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 1, as cavidades foram tratadas com ácido poliacrílico a 10% e restauradas com cimento de ionômero de vidro. No grupo 2, as cavidades foram tratadas como no grupo anterior e preenchidas com cimento de ionômero de vidro até 2,0 mm 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 2,0 mm 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 restaurados com cimento de ionômero de vidro foi a mesma, quando

este se apresentou sob o amálgama ou sob a resina composta e a mesma resistência, quando comparados aos dentes restaurados com resina composta apenas. Já aqueles totalmente reconstruídos com cimento de ionômero de vidro foram menos resistentes, mostrando diferença significativa quando comparado 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.

Segundo SHILLINGBURG & KESSLER⁵³, em 1991, os dentes que eram extraídos no passado são agora salvos, pois o procedimento endodôntico, antes considerado como fase final do tratamento, passou a ser a primeira etapa do tratamento geral. Em seu livro, salientaram os princípios básicos da restauração de dentes tratados endodonticamente, apresentando diferentes sistemas e técnicas.

No ano de 1992, GUTMANN²⁰ 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-a 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; SCHILDER; NATHANSON²², em 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 mensurar as

propriedades mecânicas. Segundo esses autores, os resultados deste estudo não suportam 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.

Em uma revisão de literatura feita em 1992, SIVERS & JOHNSON⁵⁵ 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 utilizados para reabilitar a forma natural e a função do dente. Não concordaram, porém, com as afirmações de que pinos intra-radulares 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 procedimento endodôntico, da presença de suporte periodontal sadio e de uma adequada restauração.

Ainda nesse mesmo ano, BUCK; MARTINS; SARTINI FILHO⁷, 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.

LUI³², em 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 comparado 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 um preparo para núcleo metálico fundido, realizado. Descreveu, assim, que raízes reconstruídas com materiais restauradores adesivos tornam-se capazes de suportar uma restauração indireta, possibilitando a realização de um tratamento conservativo.

Utilizando dentes plásticos que simulam incisivos centrais superiores tratados endodonticamente, MILOT & STEIN⁴¹, em 1992, investigaram a resistência à fratura radicular. No experimento foram testados núcleos metálicos fundidos, pinos paralelos auto-rosqueáveis e serrilhados. Sobre os pinos foram construídos núcleos coronários com cimento de ionômero de vidro reforçado por prata. Em metade das raízes foram feitos terminos cervicais em chanfrado com 1,0 mm de largura. Coroas metálicas foram confeccionadas para cada raiz e, sobre a superfície palatina destas, foi aplicado um carregamento tangencial de compressão em ângulo de 120° em relação ao longo eixo do dente. Concluíram que o tipo de pino intra-radicular tem pouco efeito sobre a resistência à fratura da raiz quando há preservação de estrutura dental e que o término em chanfrado promove aumento da resistência radicular.

A aplicação de carregamento tangencial de compressão dirigido em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz também foi empregado por RYTHET et al.⁵², em 1992, para investigar a resistência à fratura de pinos e núcleos de diferentes

metais. Essa angulação, segundo afirmaram, foi selecionada por apresentar um valor próximo ao do ângulo interincisal, determinado por análises ortodônticas.

Em 1992, SORNKUL & STANNARD⁵⁹ avaliaram a resistência de pré-molares inferiores antes e depois dos procedimentos endodônticos e restauradores. Obtiveram 141 dentes, divididos em sete grupos. O grupo 1 foi definido como controle, no qual 23 raízes não receberam nenhum tratamento. As demais raízes foram instrumentadas, irrigadas e obturadas. Na região coronária destas foram confeccionados preparos com profundidade de 5,0 mm, com 3,0 mm de abertura vestibulo-lingual e 2,0 mm mésio-distal, ficando com a forma de um funil. Dessa maneira, no grupo 2 foi utilizada uma resina composta autopolimerizável para preencher todo o preparo. Para o grupo 3 foi feita a irrigação do preparo, secagem, aplicação de um agente adesivo e preenchimento com resina composta autopolimerizável. No grupo seguinte, foi realizado um preparo intra-radicular com 5,0 mm de profundidade para a colocação de um pino pré-fabricado. Esse preparo recebeu o mesmo tratamento do grupo anterior e, após a inserção do pino, a parte coronária do preparo foi preenchida com a resina composta. Para os dentes do grupo 5 o mesmo preparo intra-radicular foi feito, seguido da confecção de núcleos fundidos cimentados com cimento de fosfato de zinco. No grupo 6, apenas preparos similares aos dos grupos 4 e 5 foram executados, sem que as raízes recebessem tratamentos posteriores. Para o último grupo foram feitos “dentes” de resina composta autopolimerizável através de um molde de um dente preparado. Todos os corpos de prova foram submetidos ao carregamento axial de compressão e ao cisalhamento. O grupo controle mostrou os maiores valores de resistência à fratura. Já o grupo 6 apresentou a menor resistência. Concluíram que os fatores de grande importância para prevenir fraturas são a quantidade de estrutura dental remanescente, a força 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.

STANDLEE & CAPUTO⁶², em 1992, estudaram as propriedades retentivas e de distribuição de tensões de um pino pré-fabricado paralelo, auto-rosqueável que tem uma fenda longitudinal em metade de sua haste. Para isso, foi conduzida uma análise fotoelástica, utilizando pinos de diferentes tamanhos. Os modelos fotoelásticos foram sujeitos ao carregamento tangencial de compressão em ângulo de 26° em relação ao longo eixo do dente. Também foram selecionados dentes nos quais foram feitos preparos intra-radulares e inseridos pinos de diferentes tamanhos. Os mesmos foram submetidos à tração. Afirmaram que a instalação de tensões criada pelo pino pode ser reduzida se este for limpo após a confecção das rosas e cuidadosamente inserido durante a cimentação, retrocedendo um quarto de volta quando resistência for detectada. Puderam concluir que pinos curtos geram mais tensões que pinos longos e que o carregamento tangencial de compressão causa mais tensões na metade cervical do canal radicular.

No ano de 1992, BURGESS; SUMMITT; ROBBINS⁹ conduziram uma pesquisa com objetivo de mensurar a força requerida para deslocar pinos intra-radulares quando submetidos à tração, torção ou carregamento tangencial de compressão. Para o experimento foram removidas as coroas de pré-molares inferiores, e as raízes, divididas em grupos de acordo com seus tamanhos. Após o alargamento, limpeza e preenchimento dos canais com guta-percha, os mesmos foram preparados para receberem os pinos pré-fabricados. As raízes foram incluídas em resina acrílica e sobre os pinos foram confeccionados núcleos coronários de resina composta. O carregamento tangencial de compressão foi aplicado sobre os núcleos de raízes posicionadas em ângulo de 45° em relação ao plano horizontal. Segundo as conclusões

desse estudo, pinos rosqueados em dentina promovem maior resistência à tração que pinos cimentados no canal radicular.

Em 1993, LLOYD & PALIK³¹, através de uma revisão da literatura, identificaram três diferentes filosofias relacionadas ao preparo para núcleos intra-radiculares e ao diâmetro destes. Segundo esses autores, um grupo chamado de *conservativos* defende que o núcleo deve ter o menor diâmetro possível que permita sua confecção com o comprimento desejado. Um outro grupo, com a filosofia das *proporções*, recomenda que o preparo possua um diâmetro apical equivalente a um terço do menor diâmetro da raiz. Há, ainda, um terceiro grupo, os *preservadores*, aconselhando que no mínimo 1,0 mm de dentina sadia deve remanescer ao redor de toda a superfície do núcleo intra-radicular. Concluíram que, calculando o menor diâmetro da raiz e aplicando as filosofias das *proporções* e da *preservação*, pode ser determinado um diâmetro e comprimento apropriados ao preparo. Isso proporciona a confecção de um núcleo com rigidez adequada para resistir à deformação e permite que as forças intra-orais sejam distribuídas igualmente através da estrutura dental residual.

Também em 1993, ASSIF et al.³ pesquisaram o efeito da forma dos pinos intracanaís sobre a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Quarenta e um pré-molares unirradiculares foram divididos em quatro grupos que receberam diferentes tratamentos: grupo 1 – raízes com núcleos metálicos fundidos convencionais (cônicos); grupo 2 – raízes com pinos cilíndricos (paralelos); grupo 3 – raízes com pinos cilíndricos de extremidade cônica e grupo 4 – raízes sem pinos intra-radiculares. Sobre todos os pinos e núcleos foram cimentadas coroas protéticas. Carregamento tangencial de compressão dirigido em ângulo de 30° em relação ao longo eixo das raízes foi aplicado sobre as coroas até ocorrerem fraturas. Os resultados mostraram que a forma do pino não influenciou a resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente. Dessa maneira, indicaram que a seleção de um núcleo ou pino intracanal deve ser

baseada no sistema que preserva a maior quantidade de estrutura dental e possibilita adequada retenção à restauração. Ressaltaram que, se a coroa natural é suficientemente preservada, podendo promover retenção ao material restaurador, um núcleo ou pino é desnecessário.

O uso de resinas compostas junto a pinos pré-fabricados para a reconstrução de dentes tratados endodonticamente também foi discutido por LINDE³⁰, em 1993, afirmando que estudos clínicos e laboratoriais têm demonstrado que esses materiais podem proporcionar os mesmos resultados, em termos de função e resistência, que os núcleos de ouro convencionais. Também indicou a resina composta para restaurar raízes debilitadas com finas paredes de dentina, tornando possível a colocação de pinos intra-radulares.

O objetivo do estudo "in vitro" conduzido por COHEN et al.¹², em 1994, foi determinar a resistência à fratura de três diferentes materiais utilizados como núcleo coronário sobre três diferentes pinos intra-radulares pré-fabricados. Foram testados um cimento de ionômero de vidro reforçado por prata, uma resina composta reforçada por titânio e um amálgama, juntamente com pinos paralelos auto-rosqueáveis, auto-rosqueáveis com haste fendida no terço apical e serrilhados. Em Máquina de Ensaio Universal foi aplicado um carregamento tangencial de compressão sobre os corpos de prova posicionados em ângulo de 45° em relação ao solo. Os núcleos de resina composta apresentaram os maiores valores de resistência à fratura, assim como as raízes com pinos paralelos auto-rosqueáveis.

De acordo com LUI³³, no ano de 1994, as resinas compostas têm sido indicadas para reconstruir e reforçar dentes tratados endodonticamente debilitados com canais alargados. Entretanto, a rápida polimerização das resinas autopolimerizáveis no interior do canal radicular dificulta seu controle. Afirmou que as resinas fotopolimerizáveis são usadas de um modo melhor, mas, para que sua polimerização na

parte mais profunda do canal não se torne um problema, podem ser usados pinos plásticos que transmitem a luz para o interior da raiz, possibilitando o uso deste material adesivo para a reconstrução de raízes fragilizadas. Exemplificou a técnica relatando um caso clínico no qual a raiz de um incisivo central superior apresentava grande alargamento da porção cervical da raiz, causado pela extensão da cárie. O pino plástico fototransmissor foi posicionado no interior do canal e a resina composta foi inserida ao seu redor com uma seringa. A ponta do aparelho fotopolimerizador foi apoiada no pino, permitindo a transmissão da luz e polimerização da resina até a área mais profunda. Concluiu que o uso de tais pinos, associados aos materiais adesivos consiste em uma técnica de reabilitação conservadora para a restauração de dentes amplamente destruídos.

Em 1994, ASSIF & GORFIL² fizeram algumas considerações em relação à restauração de dentes tratados endodonticamente, analisando problemas como a quantidade de estrutura sadia remanescente e a habilidade do dente de resistir às forças intra-orais. Concluíram que o aumento do comprimento e do diâmetro do pino intra-radicular para promover maior retenção compromete o prognóstico do dente restaurado, pois quando mais estrutura é removida, a resistência a forças oclusais é diminuída, aumentando a possibilidade de fraturas. Por essas razões, sugerem que os pinos sejam usados apenas para a retenção de um núcleo, quando não há estrutura coronária remanescente.

Conceitos teóricos básicos para a restauração de dentes tratados endodonticamente foram expostos por MANNING et al.³⁵, em 1995, baseados em uma revisão de literatura. Relataram que os cirurgiões-dentistas convivem com o dilema da seleção dos materiais a serem utilizados, os quais são apresentados em grande variedade, inclusive de 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.

Ainda nesse ano, MANNING et al.³⁶ apresentaram a segunda parte de seu estudo, no qual discutiram as 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.²⁴, em 1995, verificaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com ou sem pinos intracanaís. Selecionaram, para este estudo, oitenta 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 linguo-incisal do dente; (2) semelhante ao grupo 1, mas sem a colocação do pino; (3) com pino intracanal 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 pinos metálicos utilizados foram obtidos a partir de um fio de aço inoxidável usado em ortodontia e foram fixados com cimento de fosfato de zinco. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com resinas compostas e pinos intracanaís. 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 aqueles nos quais este carregamento foi direcionado próxima à borda incisal, o que pode ser justificado pela presença de pouca espessura de estrutura dentária nessa região.

A resistência à fratura de raízes debilitadas preenchidas com materiais adesivos também foi pesquisada por MARTINS³⁷, em 1995. Núcleos metálicos fundidos foram cimentados em raízes, nas seguintes condições: controle positivo – raízes híginas 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.

KAHN et al.²⁷, em 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 sessenta pré-molares unirradiculares, sendo que em 45 raízes foram cimentados pinos pré-fabricados, após o 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 quinze raízes, nas quais os canais foram desobturados deixando remanescentes 4,0 mm de guta-percha no terço apical e os canais preparados foram preenchidos com amálgama.

Para todas as raízes foram adaptadas e cimentadas coroas metálicas fundidas. Os espécimes foram termociclados, incluídos e posicionados em Máquina de Ensaio Universal para testes de resistência à fratura, onde o carregamento tangencial de compressão foi aplicado na cúspide vestibular 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.

Em 1996, discutindo a restauração de dentes tratados endodonticamente, MORGANO⁴³ afirmou que os núcleos intra-radiculares são indicados há mais de 100 anos com a finalidade de reter uma coroa protética. Citou que recentes estudos sugerem que pinos e núcleos podem enfraquecer o dente, sendo desejáveis os procedimentos que eliminam a necessidade da colocação dos mesmos. No entanto, se a utilização de um meio auxiliar para a retenção de uma coroa é inevitável, a conservação de estrutura dental é de extrema importância.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à fratura de raízes de dentes anteriores, hígidas ou com perda de estrutura dentinária, reconstruídas morfológicamente com um sistema adesivo associado aos pinos pré-fabricados ou aos núcleos metálicos fundidos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. MATERIAIS

Os sistemas restauradores utilizados e suas classificações estão apresentados no Quadro 4-1. As composições, números de lote e fabricantes encontram-se no Quadro 1 (Anexo I).

Quadro 4-1: Marca comercial e classificação dos materiais para reconstrução morfológica e cimentação utilizados no ensaio de resistência à fratura de raízes.

MARCA COMERCIAL	CLASSIFICAÇÃO
SCOTCHBOND MULTIPURPOSE PLUS*	Sistema adesivo hidrófilo fotopolimerizável
Z 100*	Resina composta monomodal fotopolimerizável
RADIX- ANKER nº 2*	Pino intra-radicular pré-fabricado
CIMENTO DE FOSFATO DE ZINCO*	Agente cimentante

4.2. MÉTODOS

4.2.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram selecionados 76 dentes unirradiculares, sendo 38 incisivos centrais superiores e 38 caninos superiores, mantidos em formalina a 10% após as extrações.

* 3M do Brasil Ltda.

* Maillefer Instruments S.A.

* S.S.White Artigos Dentários S.A.

Esses dentes foram raspados com curetas periodontais[♦] e limpos com jatos de bicarbonato de sódio e água^{*}. Após esses procedimentos, as raízes passaram a ser armazenadas em solução salina a 0,9%.

As coroas foram separadas das raízes, aproximadamente, na junção cimento-esmalte, com disco diamantado dupla face[†], refrigerado com “spray” ar/água da seringa triplice. A substituição do disco diamantado era feita a cada quinze dentes.

Para padronizar o comprimento das raízes, foi determinada a medida de 12,0 mm, tanto para o grupo de incisivos quanto para o grupo de caninos.

Analizando as raízes, foi verificado que as mesmas tinham diferentes volumes. Assim, foram identificadas e divididas, de acordo com o volume, em pequenas, médias e grandes. Tal procedimento foi conduzido para que a quantidade de parede radicular remanescente não interferisse nos resultados.

Para isso, foram obtidas as medidas dos maiores diâmetros vestibulo-palatino (V-P) e méso-distal (M-D), através de um paquímetro^{*} (fig.4-1, A e B).

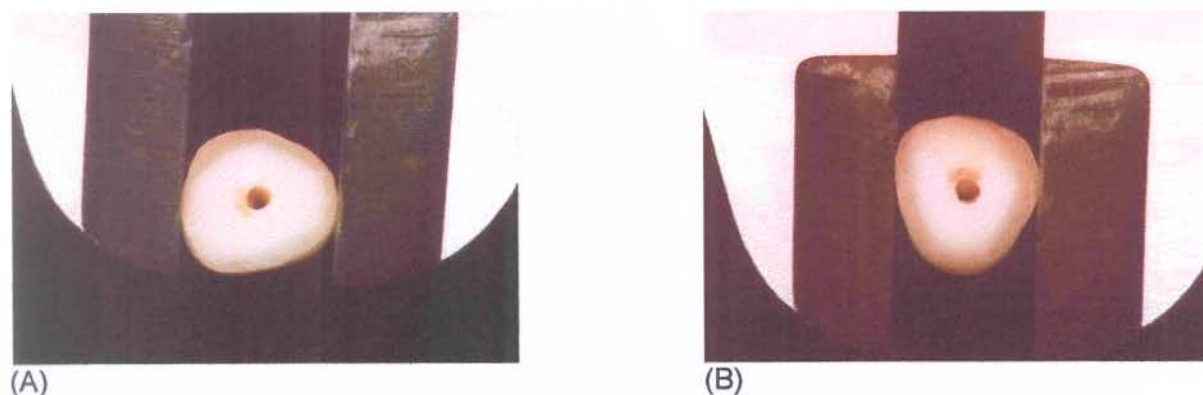


Fig. 4-1: Obtenção das medidas dos maiores diâmetros vestibulo-palatino e méso-distal, através de paquímetro: (A) vestibulo-palatino (V-P) e (B) méso-distal (M-D).

♦ Dental Duflex Ltda.

* Profi II, Dabi Atlante S.A. Ind. e Com. Ltda.

† K.G. Sorensen Ind. e Com. Ltda.

* MAUb

Dessa maneira, para cada raiz foram obtidas duas medidas. Com esses valores, foi determinado um valor médio para cada uma das raízes (Valor médio = $(V-P + M-D) / 2$).

Com a obtenção dos valores médios de cada raiz obtidos, foi determinado que a diferença máxima entre os valores de um mesmo grupo, ou seja – pequena, média e grande – seria 0,5 mm. Assim, para o grupo dos incisivos, as raízes pequenas variaram de 5,3 a 5,8 mm; as médias, de 6,0 a 6,5 mm e, as grandes, de 6,8 a 7,3 mm (Quadro 2 – Anexo II). Para o grupo dos caninos, as raízes pequenas possuíam valores médios entre 5,0 e 5,5 mm; as médias, entre 5,8 e 6,3 mm e, as grandes, entre 6,5 e 7,0 mm (Quadro 3 – Anexo III).

Como resultado dessa divisão, a distribuição dos números de raízes por grupo está apresentada no Quadro 4 (Anexo IV).

4.2.1.1. Grupos experimentais

As raízes híidas de incisivos e caninos foram distribuídas através de sorteio, determinando quais simulariam uma raiz clinicamente enfraquecida (debilitada) e quais simulariam raiz híida.

Um segundo sorteio foi realizado para a distribuição das raízes híidas e das raízes que seriam debilitadas, para o fator pino intra-radicular. Conseqüentemente, obtivemos 24 grupos experimentais, apresentados a seguir. No Quadro 5 (Anexo IV) está apresentada a divisão das raízes segundo o grupo dental, volume da raiz, condição da raiz e tipo de pino intra-radicular para o ensaio de resistência à fratura de raízes.

Grupo 1 - raiz de incisivo, pequena, híida e com núcleo metálico fundido.

Grupo 2 - raiz de incisivo, pequena, híida e com pino pré-fabricado.

Grupo 3 - raiz de incisivo, pequena, debilitada e com núcleo metálico fundido.

Grupo 4 - raiz de incisivo, pequena, debilitada e com pino pré-fabricado.

- Grupo 5** - raiz de incisivo, média, hígida e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 6** - raiz de incisivo, média, hígida e com pino pré-fabricado.
- Grupo 7** - raiz de incisivo, média, debilitada e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 8** - raiz de incisivo, média, debilitada e com pino pré-fabricado.
- Grupo 9** - raiz de incisivo, grande, hígida e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 10** - raiz de incisivo, grande, hígida e com pino pré-fabricado.
- Grupo 11** - raiz de incisivo, grande, debilitada e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 12** - raiz de incisivo, grande, debilitada e com pino pré-fabricado.
- Grupo 13** - raiz de canino, pequena, hígida e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 14** - raiz de canino, pequena, hígida e com pino pré-fabricado.
- Grupo 15** - raiz de canino, pequena, debilitada e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 16** - raiz de canino, pequena, debilitada e com pino pré-fabricado.
- Grupo 17** - raiz de canino, média, hígida e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 18** - raiz de canino, média, hígida e com pino pré-fabricado.
- Grupo 19** - raiz de canino, média, debilitada e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 20** - raiz de canino, média, debilitada e com pino pré-fabricado.
- Grupo 21** - raiz de canino, grande, hígida e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 22** - raiz de canino, grande, hígida e com pino pré-fabricado.
- Grupo 23** - raiz de canino, grande, debilitada e com núcleo metálico fundido.
- Grupo 24** - raiz de canino, grande, debilitada e com pino pré-fabricado.

4.2.2. PREPARO DAS RAÍZES

Neste estudo foram realizados três diferentes preparos internos das raízes – preparo para simular raiz debilitada, preparo para núcleo metálico fundido, preparo para pino pré-fabricado. Para que os desgastes intra-radiculares fossem conduzidos aleatoriamente, foi necessária a realização de um sorteio.

A seqüência de acordo com a qual as raízes seriam preparadas ficou definida no Quadro 6 (Anexo V).

4.2.2.1. Preparos intra-radulares para simular raízes debilitadas

Para que as raízes apresentassem dimensões padronizadas foi realizado um preparo em baixa rotação* e sob refrigeração através do "spray" ar/água da seringa tríplice.

Inicialmente, foi usada uma ponta diamantada esférica nº 1016⁺, no canal, até uma profundidade de 8,0 mm (fig.4-2,A e fig.4-3). Em seguida, com uma ponta diamantada esférica nº 3017 HL[□] foi feito o desgaste até o terço médio, alcançando uma profundidade de 6,0 mm (fig.4-2,B e fig.4-3). Finalmente, com uma ponta diamantada esférica nº 3018 HL[□] foi preparado o terço coronário do canal radicular até uma profundidade de 4,0 mm, deixando paredes dentárias remanescentes com 0,5 mm de espessura (fig.4-2,C e fig.4-3). As medidas de 8,0 e 6,0 mm foram conferidas através da colocação de um "stop" de borracha na haste de cada ponta diamantada. O controle da espessura de 0,5 mm e da profundidade de 4,0 mm, durante o último desgaste, foi realizado com espcímetro[♦] (fig. 4-4, A) e sonda periodontal[♦] (fig.4-4, B).

Durante essa fase do preparo intra-radicular, uma raiz do grupo canino pequeno fraturou-se. Conseqüentemente, o estudo ficou com 75 amostras.

* Dabi Atlante S.A. Ind. e Com. Ltda.

⁺ K.G. Sorensen Ind. e Com. Ltda.

[□] Metalúrgica Fava Ind. e Com. Ltda.

[♦] Bio-Art Equip. Odontológicos Ltda.

[♦] Dental Duflex Ltda.

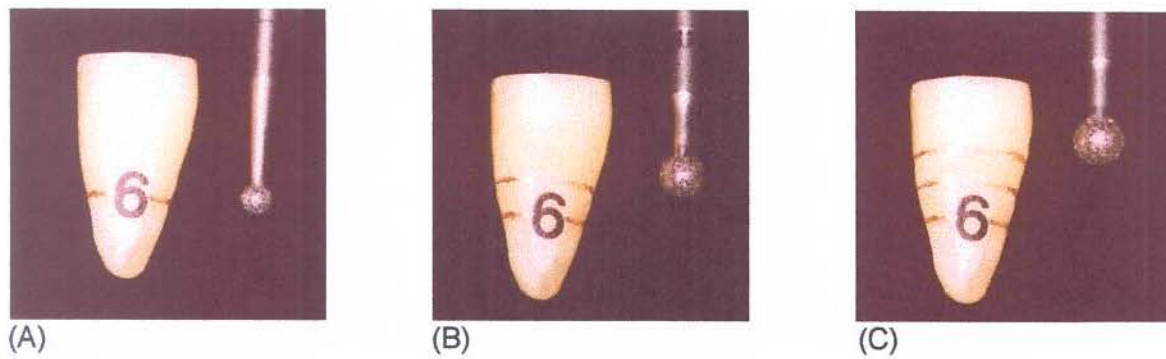


Fig. 4-2: Seqüência do desgaste para simular raízes debilitadas: (A) 1º desgaste – até uma profundidade de 8,0 mm, com ponta diamantada esférica nº 1016; (B) 2º desgaste – até uma profundidade de 6,0 mm, com ponta diamantada esférica nº 3017 HL e (C) 3º desgaste – até uma profundidade de 4,0 mm, com ponta diamantada esférica nº 3018 HL.

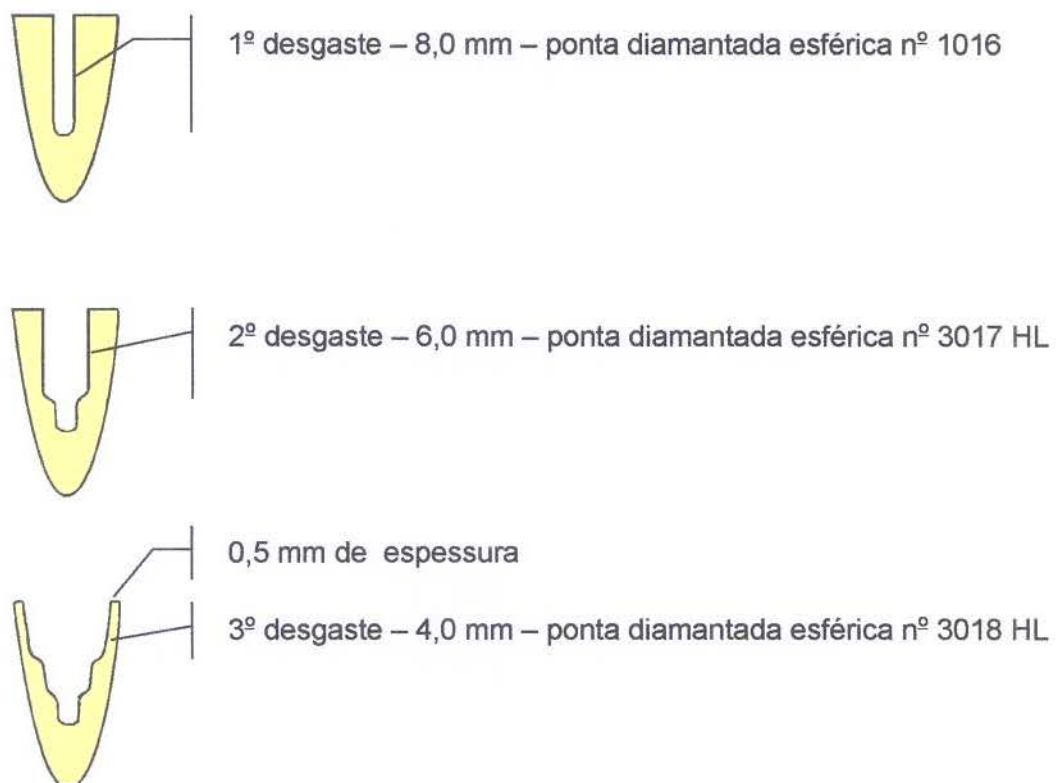


Fig. 4-3: Seqüência esquemática do preparo intra-radicular para simular raízes debilitadas.

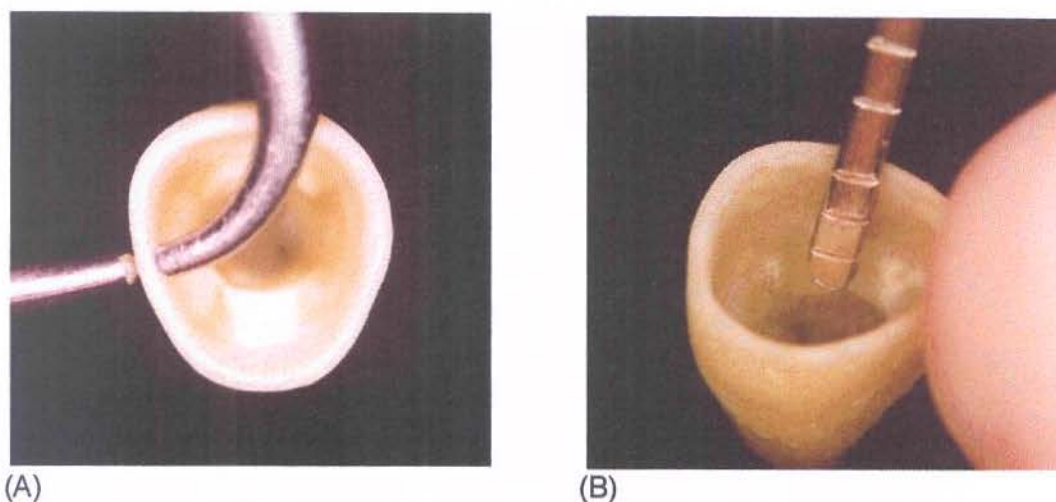


Fig. 4-4: (A) Controle da medida de 0,5 mm de espessura das paredes dentinárias radiculares com especímetro; (B) Controle da profundidade de 4,0 mm com sonda periodontal.

4.2.2.2. Preparos intra-radulares para núcleos metálicos fundidos

Foram realizados preparos intra-radulares expulsivos como preconizado por SHILLINGBURG & KESSLER⁵³, utilizando uma ponta diamantada cônica de extremidade plana nº 3070⁺, em baixa rotação e sob refrigeração ar/água da seringa tríplice, desgastando-se internamente a raiz até a profundidade de 8,0 mm (fig.4-5).

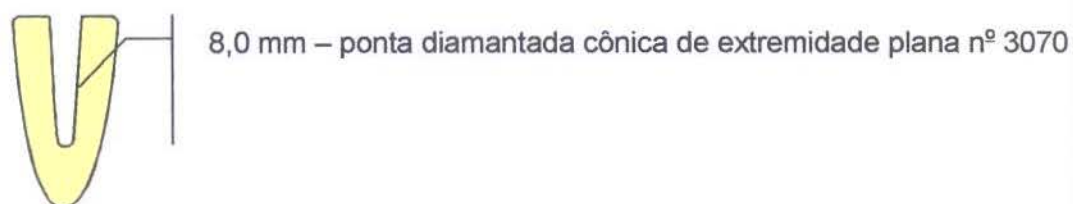


Fig. 4-5: Preparo intra-radicular expulsivo para núcleo metálico fundido.

⁺ K.G. Sorensen Ind. e Com. Ltda.

4.2.2.3. Preparos intra-radiculares para pinos pré-fabricados

As demais raízes foram preparadas para receber os pinos pré-fabricados, em baixa rotação e sob refrigeração ar/água, seguindo as instruções do fabricante.

A abertura e alargamento do canal foi realizada com a broca de penetração até que o anel limitador de profundidade coincidisse com a superfície “incisal” da raiz (fig.4-6, A). Em seguida, foi feito o alargamento definitivo do canal com a broca espiral (fig.4-6, B), e a profundidade e o diâmetro do canal, foram controlados com o calibrador de medição (fig.4-6, C). Por último, a confecção da rosca do pino intra-radicular foi realizada mediante encaixe da porção coronária na chave tubular (fig.4-6, D).

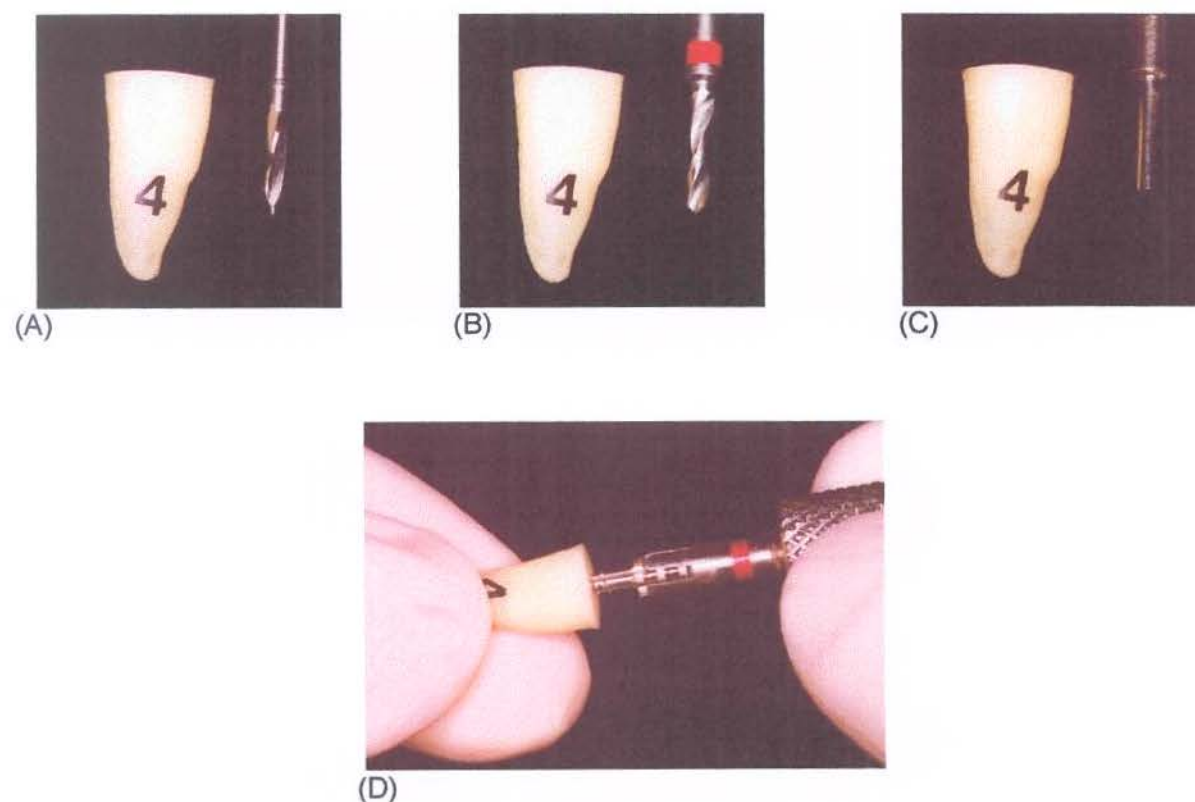


Fig. 4-6: Sequência do preparo intra-radicular para o pino pré-fabricado: (A) Abertura e alargamento do canal com broca de penetração; (B) Alargamento definitivo do canal com broca espiral; (C) Controle da profundidade e diâmetro com o calibrador de medição e (D) Confecção da rosca do pino mediante encaixe da porção coronária na chave tubular.

Durante a confecção das roscas do pino pré-fabricado, a fim de que não fossem induzidas tensões que pudessem fraturar a raiz, a cada volta completa do pino, foi retrocedida meia volta. Além disso, quando o pino alcançava a metade do preparo intra-radicular, era retirado, e as raspas de dentina presentes no interior do canal e entre as roscas do pino, removidas.

4.2.3. PREENCHIMENTO DAS RAÍZES DEBILITADAS COM SISTEMA ADESIVO/COMPÓSITO

4.2.3.1. Para raízes que receberiam núcleos metálicos fundidos

Um cone de guta-percha principal nº 80* foi selecionado para permanecer no canal durante a inserção do compósito. Esse cone teve como função uma orientação durante o preparo intra-radicular.

O sistema adesivo foi utilizado de acordo com as recomendações do fabricante. O condicionamento da dentina foi realizado durante quinze segundos, com ácido fosfórico a 35% aplicado com seringa e ponta descartável. Em seguida, foi feita a lavagem do interior da raiz durante trinta segundos, com jatos de ar/água e secagem suave e cuidadosa, durante dois segundos, com jatos de ar, sem desidratá-la. A solução "Primer" foi aplicada durante cinco segundos em toda a superfície condicionada, com um pincel descartável, e secada suavemente por cinco segundos, logo a seguir. A aplicação do "Bond" também foi realizada com um pincel descartável e o mesmo foi polimerizado durante quarenta segundos, através de uma fonte com lâmpada de luz halógena (450 mW/cm^2)[§]. Sobre o cone de guta percha foi aplicada uma fina camada de vaselina sólida, e o mesmo foi adaptado ao canal (fig.4-7).

* S.S.White Artigos Dentários S.A.

§ Visilux II, 3M Dental Products

Após esse procedimento, foi inserido o compósito em camadas de aproximadamente 1,5 mm (medida obtida com sonda periodontal) que também foram polimerizadas por quarenta segundos.

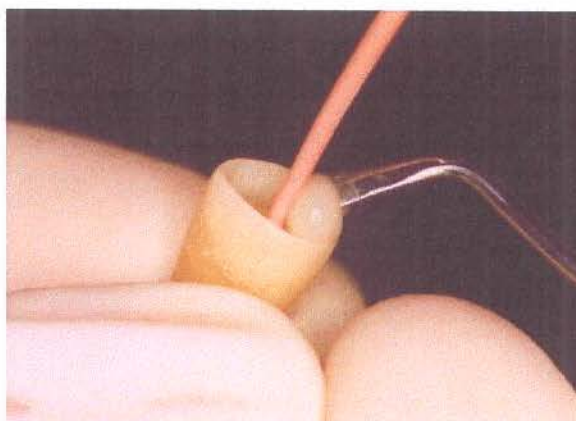


Fig. 4-7: Inserção da resina composta em raiz debilitada com cone de guta-percha adaptado ao canal.

4.2.3.2. Para raízes que receberiam pinos pré-fabricados

Da mesma maneira como descrito no item anterior, o condicionamento da dentina foi realizado por quinze segundos, com ácido fosfórico a 35% e aplicado com seringa. Logo a seguir, o interior da raiz foi lavado durante trinta segundos, com jatos de ar/água e secado suave e cuidadosamente, durante dois segundos, com jatos de ar, sem desidratar a dentina. A solução "Primer" foi aplicada durante cinco segundos em toda a superfície condicionada, com um pincel descartável, e secada suavemente por cinco segundos, logo em seguida. A aplicação do "Bond" também foi realizada com um pincel descartável, e o mesmo foi polimerizado durante quarenta segundos, através da mesma fonte de luz. Sobre o calibrador de medição, que apresenta as mesmas dimensões do pino, sem o espiral, foi aplicada uma fina camada de vaselina sólida e o mesmo foi posicionado no interior do canal durante a inserção do compósito (fig.4-8).

Esse procedimento teve como finalidade facilitar a confecção da rosca do pino pré-fabricado. O compósito foi inserido em camadas de aproximadamente 1,5 mm, que também foram polimerizadas por quarenta segundos.

A fim de casualização, o preenchimento das raízes foi realizado de acordo com a mesma sequência dos preparos (Quadro 6 – Anexo V).



Fig. 4-8: Adaptação do calibrador de medição para facilitar o preparo para o pino pré-fabricado após a inserção da resina composta.

4.2.4. PREPAROS INTRA-RADICULARES DAS RAÍZES PREENCHIDAS COM COMPÓSITO

4.2.4.1. Preparos para núcleos metálicos fundidos

O preparo realizado seguiu a mesma técnica utilizada para preparar as raízes híidas (item 4.2.2.2.). O desgaste expulsivo foi feito até a profundidade de 8,0 mm, com ponta diamantada cônica de extremidade plana nº 3070⁺, refrigerada a ar/água através da seringa tríplice e em baixa-rotação.

⁺K.G. Sorensen Ind. e Com. Ltda.

4.2.4.2. Preparos para pinos pré-fabricados

Foi realizado um ligeiro desgaste interno, com ponta diamantada cilíndrica de extremidade plana nº 3099⁺, sob refrigeração ar/água, em baixa-rotação, até a profundidade de 7,0 mm (comprimento do pino). Este procedimento foi realizado para que o pino pudesse ser rosqueado sem gerar tensões que poderiam fraturar a resina e até mesmo a raiz. Essa ponta diamantada apresenta diâmetro da ponta ativa de 1,40 mm, próximo ao diâmetro do pino pré-fabricado, de 1,35 mm, sem a rosca (fig.4-9). Após esse preparo, cada pino foi estabilizado nas respectivas raízes.

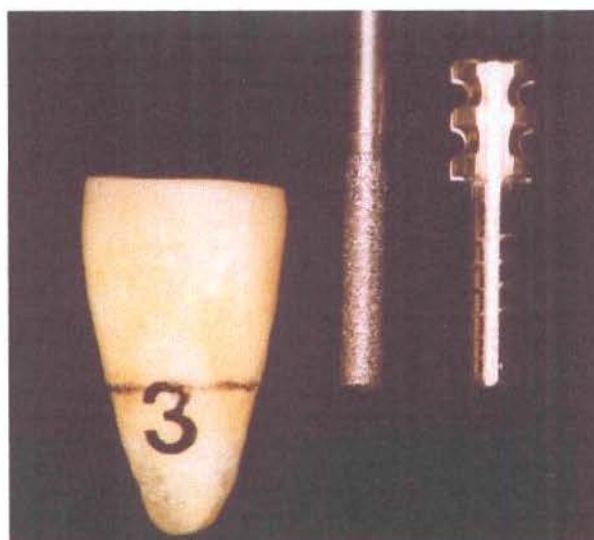


Fig. 4-9 : Ponta diamantada cilíndrica de extremidade plana, com 1,40 mm de diâmetro, utilizada para fazer um ligeiro desgaste na resina, até a profundidade de 7,0 mm, antes da estabilização do pino pré-fabricado Radix-Anker, cujo diâmetro é de 1,35 mm.

⁺K.G. Sorensen Ind. e Com. Ltda.

4.2.5. CONFEÇÃO DOS PADRÕES PARA OS NÚCLEOS METÁLICOS FUNDIDOS

Para a confecção dos padrões para os núcleos metálicos fundidos foi utilizada a mesma sequência do primeiro sorteio (Quadro 6 – Anexo V).

As paredes internas da raiz foram lubrificadas com vaselina sólida para que o canal fosse moldado com resina acrílica quimicamente ativada - Duralay^{*} - , confeccionando, assim, a porção radicular do padrão (fig.4-10, A).

Para que a parte coronária do núcleo metálico fundido ficasse com a mesma dimensão da parte coronária do pino pré-fabricado, moldou-se a cabeça do Radix-Anker com silicona de adição[†]. Antes dos procedimentos de moldagem, foi aplicada uma fina camada de cera nº 7^{*} sobre a cabeça do pino pré-fabricado para preencher as reentrâncias da mesma (fig.4-10, B), moldando-a em seguida (fig.4-10, C). Assim, após a confecção da parte radicular do padrão, a resina acrílica em consistência fluída foi vertida no molde de silicona (fig.4-10, D) e, em seguida, a raiz, contendo a porção radicular do padrão, foi posicionada sobre esse molde (fig.4-10, D). Depois da polimerização, os excessos foram removidos e o acabamento da parte coronária dos padrões foi realizado com pedras montadas[‡] (fig.4-11).

Os padrões foram confeccionados no período da manhã e fundidos no mesmo dia à tarde. Eram fundidos de seis a oito padrões de cada vez. Até o momento da inclusão, os núcleos de resina foram armazenados em um pequeno recipiente de vidro com um algodão umedecido para evitar possíveis alterações da resina acrílica.

* Reliance Dental, Mfg.Co.

† Provil, Bayer Dental

* Wilson, Polidental Ind. e Com. Ltda.

‡ Shofu Dental Products Ltda.

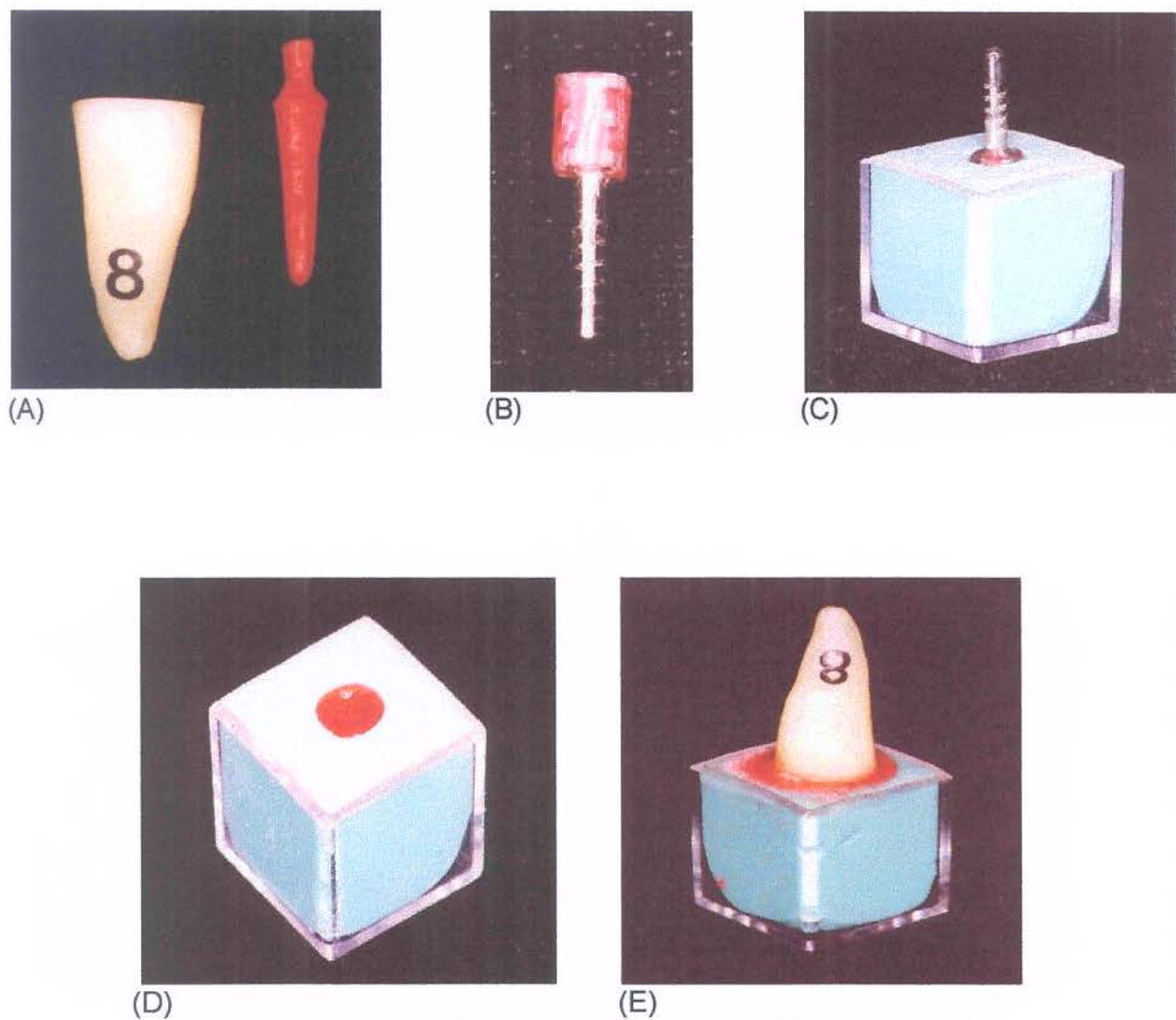


Fig. 4-10: Confeção do padrão para núcleo metálico fundido: (A) Porção radicular do padrão confeccionada em resina acrílica; (B) Pino pré-fabricado com parte coronária preenchida com fina camada de cera; (C) Moldagem da parte coronária do pino pré-fabricado; (D) Preenchimento do molde com resina acrílica em consistência fluida; (E) Raiz juntamente com a porção radicular do padrão posicionados sobre o molde.

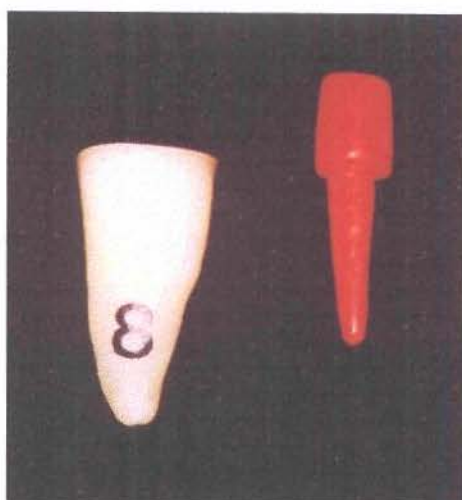


Fig. 4-11: Padrão de resina acrílica após o acabamento.

A fundição foi realizada através da técnica de expansão térmica, empregando-se a liga de cobre-alumínio[§] e revestimento refratário*.

O acabamento e polimento dos núcleos metálicos fundidos foi realizado com pedras montadas, discos e pontas de borracha[®]. A adaptação dos núcleos nas respectivas raízes foi aferida visualmente.

4.2.6. CIMENTAÇÃO DOS NÚCLEOS METÁLICOS FUNDIDOS E DOS PINOS PRÉ-FABRICADOS

Para a cimentação dos núcleos metálicos fundidos e dos pinos pré-fabricados foi utilizada a seqüência do Quadro 6 (Anexo V).

[§] Goldent – L.A., Aje

* Precise, Dentsply

[®] Viking, K.G. Sorensen Ind. e Com Ltda.

A fim de padronizar as medidas do pó e do líquido do cimento de fosfato de zinco, evitando variações de proporcionamento, o pó foi pesado em balança analítica[□] (com precisão de 0,1 mg) na proporção recomendada pelo fabricante de 0,35g de pó para 0,1 ml de líquido, medido com pipeta automática* (consistência de prova: 1,4g de pó para 0,4ml de líquido).

Para cada núcleo metálico fundido ou pino Radix-Anker, uma porção de pó foi colocada sobre uma placa de vidro com 1,0 cm de espessura e dividida em quatro partes; uma das quatro partes foi dividida em duas partes iguais como recomendado pelo fabricante. A mistura foi iniciada imediatamente após a colocação do líquido sobre a placa, evitando que este ficasse muito tempo exposto. O pó foi adicionado ao líquido por partes, começando com 1/8 do pó e usando uma ampla área da placa. Após a adição de cada uma das porções do pó, foi feita a espatulação vigorosa com espátula nº 70* até obter uma massa lisa, alcançando a consistência correta (através da formação de um fio de 2,0 cm de altura). A mistura foi completada em noventa segundos.

Em seguida, o cimento foi colocado sobre a parte radicular do núcleo ou do pino Radix-Anker e este foi levado à raiz. No caso do pino pré-fabricado, o mesmo era rosqueado dentro do canal com auxílio da chave tubular que acompanha o "kit". Após a cimentação do núcleo ou do pino, os mesmos eram mantidos sob pressão, através de um peso de 500 g colocado sobre a superfície "incisal", durante trinta segundos.

Após a cimentação (fig.4-12, A e B), as raízes foram mantidas em estufa a 37°C ($\pm 1^\circ\text{C}$)[✱], dentro de umedecedor, até que fossem preparados os corpos de prova.

□ A & D Company

* Boeco

* Dental Duflex Ltda.

✱ Soc Fabbe Ltda.

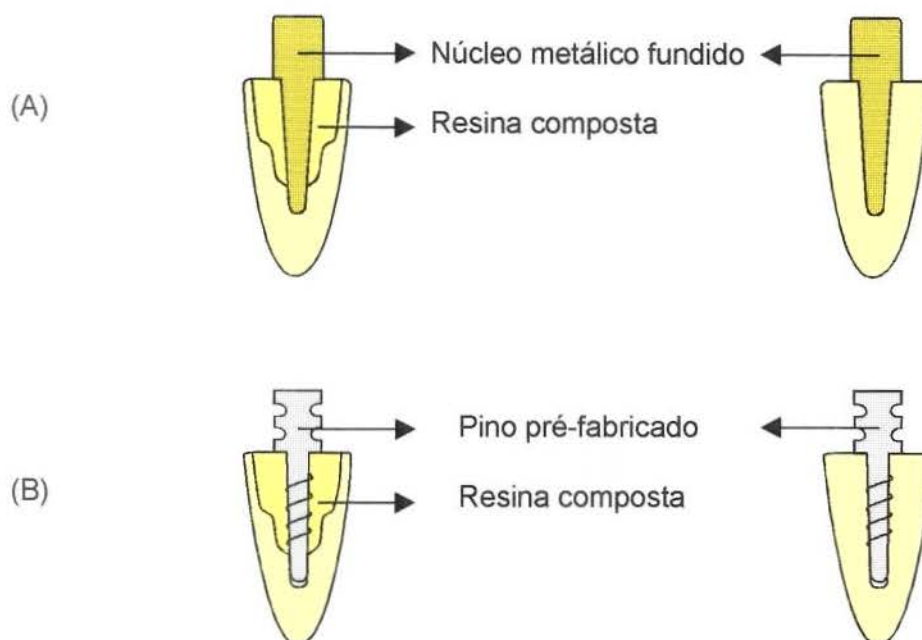


Fig. 4-12 : (A) Raízes debilitada preenchida com resina composta e hígida com núcleos metálicos fundidos cimentados; (B) Raízes debilitada preenchida com resina composta e hígida com pinos pré-fabricados cimentados.

4.2.7. OBTENÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

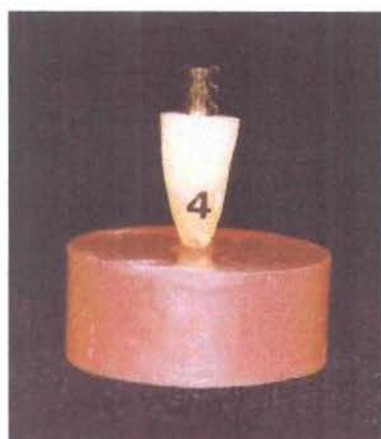
Foram confeccionadas bases cilíndricas de resina de poliestireno^{*}. Essas bases foram feitas em anéis com 1,0 cm de altura cortados a partir de um tubo de PVC com 2,1 cm de diâmetro interno. Uma fina camada de vaselina sólida foi aplicada no interior de cada anel para facilitar a remoção das bases após a polimerização da resina.

Concluída a polimerização, a base de resina foi separada do anel e as raízes foram fixadas, com adesivo instantâneo universal[▼], no centro de uma das superfícies planas de cada base, de tal modo que o longo eixo da raiz ficasse perpendicular à mesma (fig. 4-13, A).

^{*} Reforplás Ind. e Com. Ltda.

[▼] Super Bonder, Loctite Brasil Ltda.

O conjunto raiz/base foi colocado dentro de outro anel com 2,0 cm de altura e 2,1 cm de diâmetro interno (fig.4-13, B), vertendo-se, no interior dos mesmos, nova porção de resina de poliestireno.



(A)



(B)

Fig. 4-13: Confecção dos corpos de prova: (A) Raiz fixada no centro de uma base de resina de poliestireno; (B) Raiz e base de resina de poliestireno dentro de um anel, obtido de tubo de PVC, para que este fosse completado com segunda porção de resina.

A fim de padronização, foi determinado que cada raiz ficaria com 9,0 mm (fig.4-14) do seu comprimento incluído em resina. Dessa maneira, após a polimerização da resina, foi realizado um desgaste ao redor da raiz, utilizando-se para isso disco diamantado dupla face. Próximo à parede radicular foi utilizada lâmina de bisturi®, para que a raiz não fosse desgastada pelo disco. Com isso, restaram 3,0 mm de raiz não incluídos em resina, simulando a distância biológica entre a crista óssea alveolar e o fundo de sulco gengival.

® B-D, Becton Dickinson

4.2.8. CONFEÇÃO DE “NICHOS” E CASQUETES METÁLICOS

Sobre a superfície “palatina” de cada núcleo metálico fundido foi feita uma concavidade – “nicho” – com ponta diamantada esférica nº 3017 HL , refrigerada a ar/água, em alta rotação*, para que a ponta compressora da Máquina de Ensaio Universal[®] tivesse um apoio e não deslizasse sobre a superfície lisa do núcleo (fig.4-14)

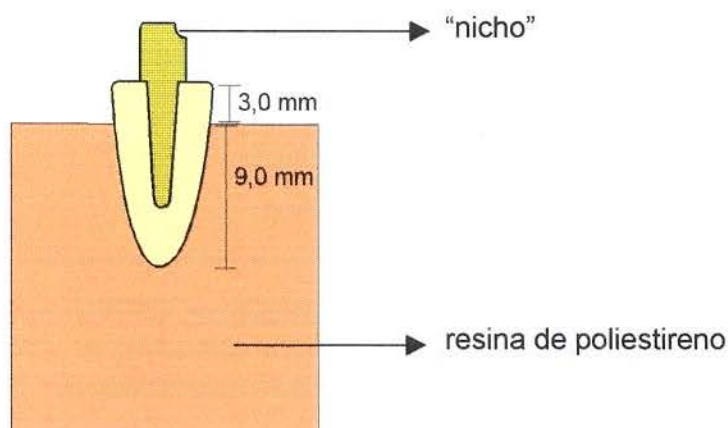


Fig. 4-14 : Corpo de prova – raiz com núcleo metálico fundido cimentado incluída em resina de poliestireno até a profundidade de 9,0 mm de seu comprimento.

Nos ensaios preliminares, a porção coronária do pino pré-fabricado não apresentou resistência satisfatória para suportar as forças de compressão empregadas na Máquina de Ensaio Universal[®]. Com isso, foi necessário confeccionar um casquete metálico para ser colocado sobre esse pino, simulando a porção coronária do núcleo metálico fundido. Nesse casquete foi confeccionada a mesma concavidade do núcleo metálico, onde seria apoiada a ponta compressora (fig.4-15).

* Dabi Atlante S.A. Ind. e Com. Ltda.

® Dinamômetros Kratos Ltda.

Os casquetes foram confeccionados em resina acrílica quimicamente ativada – Duralay. Para isso, uma pequena camada de cera foi colocada sobre a parte coronária do pino Radix-Anker e, depois, a resina foi acrescentada em pequenas porções, com um pincel, fazendo com que o mesmo ficasse com 0,5 mm de espessura (conferidos com especímetro). Foram feitos seis casquetes, um para cada seis pinos, aproximadamente. A fundição foi realizada empregando-se liga de níquel-cromo^o (fig.4-15).

Em seguida, os corpos de prova foram mantidos em estufa a 37°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e umidade relativa, até o momento do ensaio de resistência à fratura.

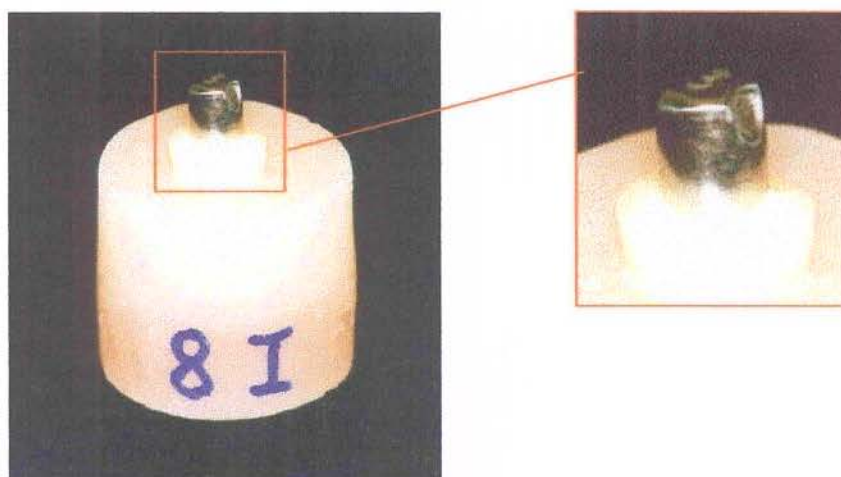


Fig. 4-15 : Corpo de prova – raiz incluída em resina de poliestireno. No detalhe, casquete de níquel-cromo, com “nicho”, sobre o pino Radix-Anker.

4.2.9. ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À FRATURA

Para a realização dos ensaios de resistência à fratura foi confeccionado um dispositivo metálico, em aço inoxidável, com 7,0 cm de altura, 7,0 cm de largura e 7,0 cm de profundidade, contendo um plano inclinado de 45° em relação à base e, no

^o Durabond Universal

centro desse plano, uma cavidade cilíndrica de 2,0 cm de profundidade e 2,1 cm de diâmetro (fig. 4-16).

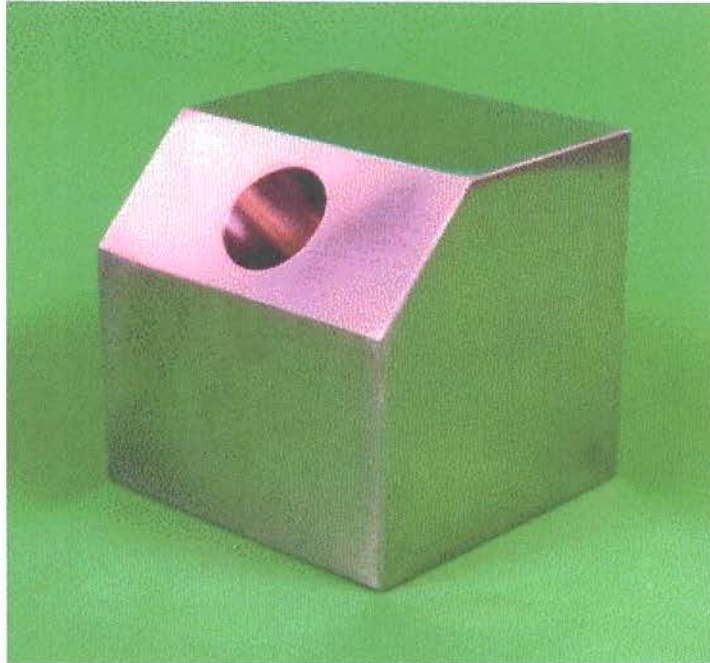


Fig. 4-16 : Dispositivo de aço inoxidável confeccionado para posicionar os corpos de prova em ângulo de 45° em relação ao plano horizontal durante os ensaios de resistência à fratura.

Dessa maneira, os corpos de prova foram posicionados na cavidade cilíndrica, possibilitando a aplicação do carregamento tangencial de compressão (célula de carga 1, escala 4) da Máquina de Ensaio Universal em um ângulo de 135° em relação ao longo eixo das raízes (figs. 4-17 e 4-19, A, B, C e D), a uma velocidade de 0,5 mm/min. Esse procedimento foi realizado com a finalidade de simular uma condição clínica real, onde o ângulo formado pelo contato entre os incisivos centrais superiores e inferiores, em oclusão do tipo Classe I, é de $135,4^\circ$, segundo análise ortodôntica⁴⁴ (fig. 4-18).

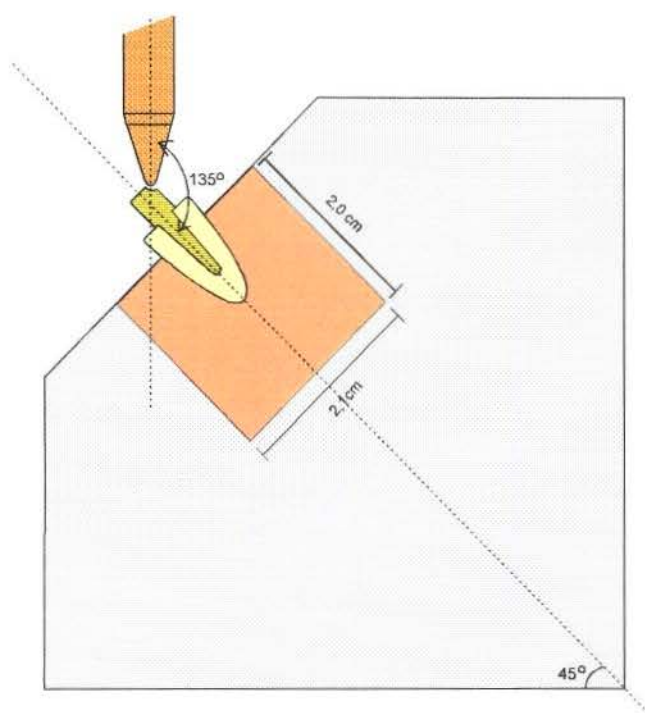


Fig.4-17 : Esquema do dispositivo metálico com corpo de prova posicionado em ângulo de 45° em relação ao plano horizontal, fazendo com que o carregamento tangencial de compressão fosse incidido em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz.

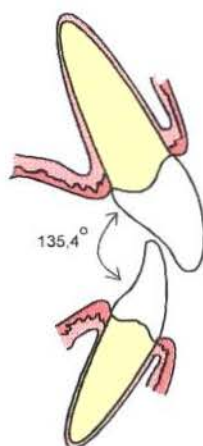
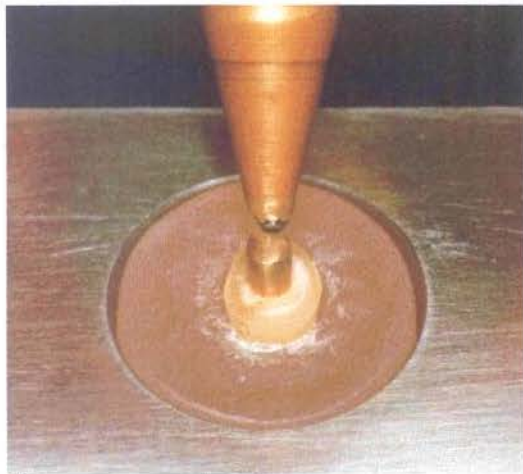
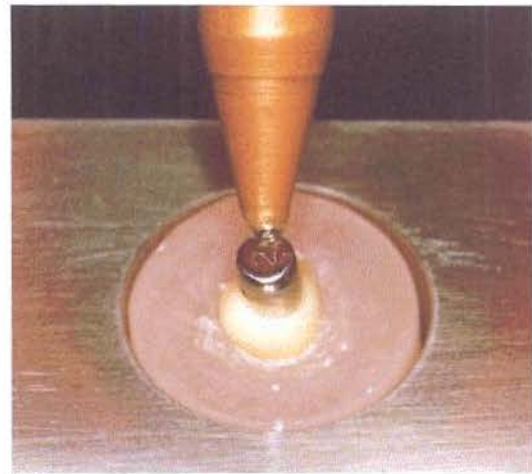


Fig. 4-18 : Ângulo de $135,4^\circ$ formado pelo contato entre os incisivos centrais superiores e inferiores quando em relação oclusal do tipo Classe I, segundo análise ortodôntica (MOYERS⁴⁴).



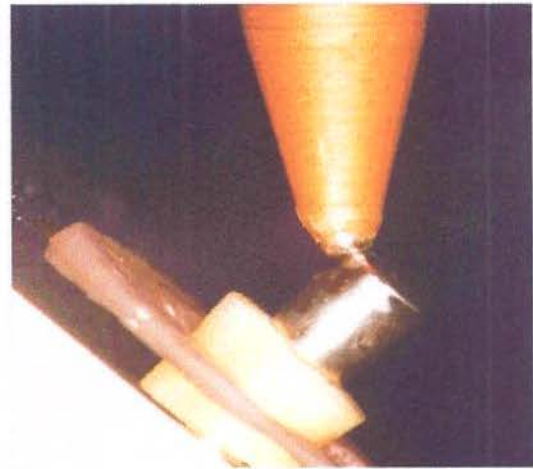
(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 4-19: Ensaio de resistência à fratura com aplicação de carregamento tangencial de compressão em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz: (A) e (C) sobre núcleo metálico fundido; (B) e (D) sobre casquete metálico posicionado sobre o pino pré-fabricado.

4.2.10. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

Devido às diferenças anatômicas entre as raízes dos incisivos e caninos, e à diferença de volume entre estas no mesmo grupo dental, para a análise quantitativa da variável Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfologicamente, foram considerados quatros fatores para o estudo:

- a) Grupo Dental: incisivos / caninos
- b) Volume da Raiz: pequeno / médio / grande
- c) Condição da Raiz: hígida / debilitada
- d) Tipo de Pino Intra-radicular: núcleo metálico fundido / pino pré-fabricado

4.2.11. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores obtidos foram analisados estatisticamente empregando-se a Análise de Variância (ANOVA)[■] com nível de significância de 5% e o Teste t-Student[■] com a finalidade de avaliar os efeitos dos fatores - Grupo Dental, Volume da Raiz, Condição da Raiz e Tipo de Pino Intra-radicular - assim como as interações dos mesmos.

[■] The SAS System, 1994.

5. RESULTADOS

Os valores, em Kgf, obtidos durante o ensaio de resistência à fratura de cada corpo de prova, suas respectivas médias e desvios padrões estão apresentados no Quadro 7 (Anexo VI).

Os resultados da Análise de Variância (ANOVA) apresentam um F de 6,71 para o modelo estudado, significativo a nível de 5% (Tabela 5-1). Para melhor elucidar esses resultados, foi realizado o desdobramento do Grau de liberdade do fator Tratamento, apresentado na Tabela 5-2.

Tabela 5-1 : Resultados da Análise de Variância ($\alpha = 5\%$) para o ensaio de resistência à fratura de raízes.

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Tratamentos	23	3469,40880	150,84386	6,71	0,0001*
Resíduo	51	1145,87123	22,46806		
Total	74	4615,28003			

Coeficiente de Variação = 25,03089

Tabela 5-2 : Resultados da Análise de Variância ($\alpha = 5\%$), com desdobramento do Grau de liberdade do fator tratamento, para o ensaio de resistência à fratura de raízes.

Causa da Variação	GL	Tipo III SS	QM	F	Pr > F
Dente	1	4,80523	4,80523	0,21	0,6457
Volume	2	320,39764	160,19882	7,13	0,0019*
Dente x Volume	2	77,65003	38,82501	1,73	0,1879
Raiz	1	2230,02255	2230,02255	99,25	0,0001*
Dente x Raiz	1	0,75853	0,75853	0,03	0,8549
Volume x Raiz	2	229,24908	114,62454	5,10	0,0096*
Dente x Volume	2	38,60391	19,30196	0,86	0,4296
Pino	1	104,13148	104,13148	4,63	0,0361*
Dente x Pino	1	14,45666	14,45666	0,64	0,4262
Volume x Pino	2	82,80338	41,40169	1,84	0,1688
Dente x Volume x Pino	2	0,97818	0,48909	0,02	0,9785
Raiz x Pino	1	216,21451	216,21451	9,62	0,0031*
Dente x Raiz x Pino	1	36,35521	36,35521	1,62	0,2031
Volume x Raiz x Pino	2	19,18444	9,59222	0,43	0,6548
Dente x Volume x Raiz x Pino	2	52,37503	26,18751	1,17	0,3199

Dente = Grupo Dental (incisivo / canino)

Volume = Volume da Raiz (pequeno / médio / grande)

Raiz = Condição da Raiz (debilitada / hígida)

Pino = Tipo de Pino Intra-radicular (núcleo metálico fundido / pino pré-fabricado)

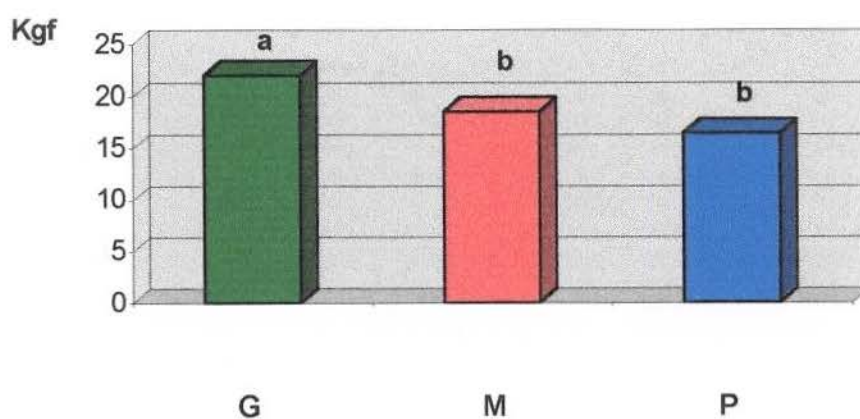
Observando os dados da Tabela 5-2, verifica-se que há efeito significativo dos fatores experimentais Volume da Raiz, Condição da Raiz e Tipo de Pino Intra-radicular. Também nota-se diferença significativa das interações Volume da Raiz x Condição da Raiz e Condição da Raiz x Tipo de Pino Intra-radicular.

A fim de identificar as diferenças estatisticamente significantes, foi aplicado o Teste t-Student, cujos resultados estão apresentados nas Tabelas 5-3, 5-4, 5-5, 5-6 e 5-7 e nas figuras 5-1, 5-2, 5-3, 5-4 e 5-5.

Tabela 5-3 : Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação ao fator Volume da Raiz.

VOLUME		MÉDIA (Kgf)
Grande		22,0833 a
Médio		18,5593450 b
Pequeno		16,4816667 b
t-Student	5%	

* letras iguais indicam semelhança estatisticamente significativa.



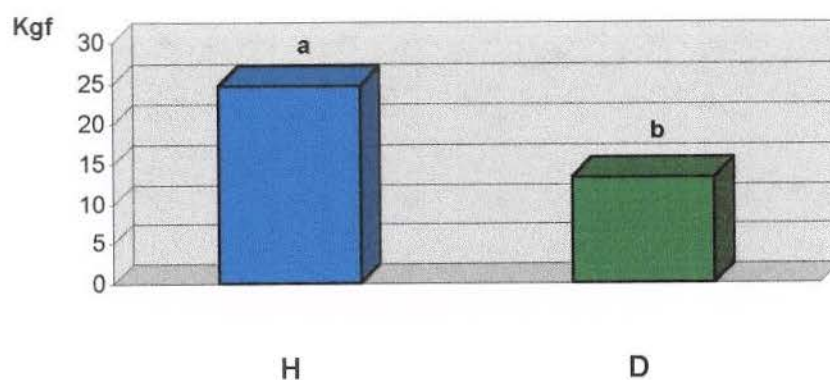
* letras iguais indicam semelhança estatisticamente significativa.

Figura 5-1 : Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação ao fator Volume da Raiz – Pequeno (P), Médio (M) e Grande (G).

Tabela 5-4 : Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação ao fator Condição da Raiz.

CONDIÇÃO		MÉDIA (Kgf)
Hígida		24,7158333 a
Debilitada		13,3670833 b
t-Student	5%	

* letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa.



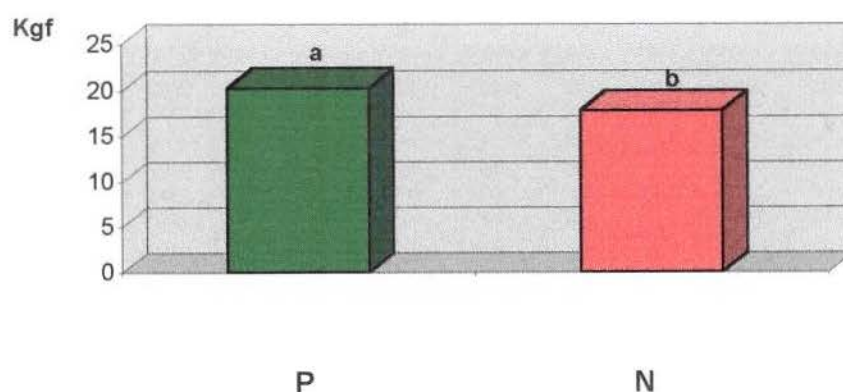
* letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa.

Figura 5-2 : Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação ao fator Condição da Raiz – Debilitada (D) e Hígida (H).

Tabela 5-5 : Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação ao fator Tipo de Pino Intra-radicular.

PINO		MÉDIA (Kgf)
Pré-fabricado		20,2676389 a
Núcleo Metálico Fundido		17,8152778 b
t-Student	5%	

* letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa.



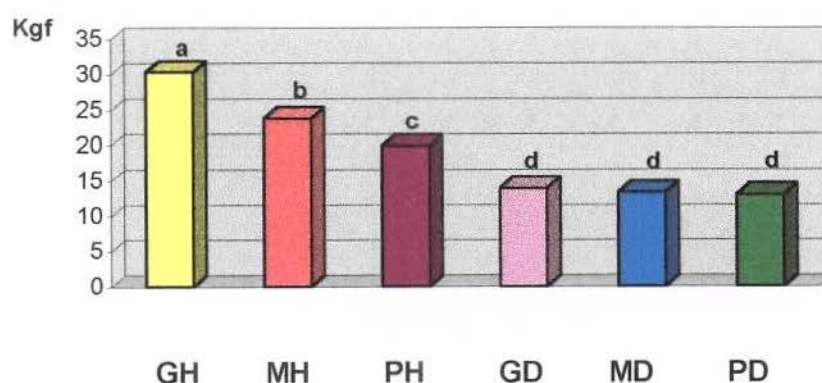
* letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa.

Figura 5-3 : Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação ao fator Tipo de Pino Intra-radicular – Pino pré-fabricado (P) e Núcleo metálico fundido (N).

Tabela 5-6 : Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação à interação Volume da Raiz x Condição da Raiz.

VOLUME / RAIZ		MÉDIA (Kgf)
Grande x Hígida		30,3291667 a
Médio x Hígida		23,8300000 b
Pequeno x Hígida		19,9883333 c
Grande x Debilitada		13,8375000 d
Médio x Debilitada		13,2887500 d
Pequeno x Debilitada		12,9750000 d
t-Student		5%

* letras iguais indicam semelhança estatisticamente significativa.



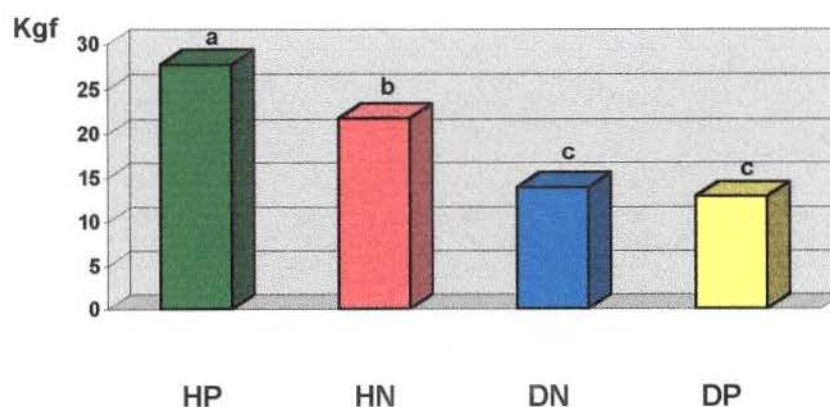
* letras iguais indicam semelhança estatisticamente significativa.

Figura 5-4 : Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação à interação Volume da Raiz x Condição da Raiz – Grande x Hígida (GH), Médio x Hígida (MH), Pequeno x Hígida (PH), Grande x Debilitada (GD), Médio x Debilitada (MD) e Pequeno x Debilitada (PD).

Tabela 5-7 : Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, em relação à interação Condição da Raiz x Tipo de Pino Intra-radicular.

RAIZ / PINO		MÉDIA (Kgf)
Hígida x Radix		27,70888890 a
Hígida x NMF		21,72277780 b
Debilitada x NMF		13,90777780 c
Debilitada x Radix		12,82638898 c
t-Student	5%	

* letras iguais indicam semelhança estatisticamente significativa.



* letras iguais indicam semelhança estatisticamente significativa.

Figura 5-5 : Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes em relação à interação Condição da Raiz x Tipo de Pino Intra-radicular – Hígida x Pino pré-fabricado (HP), Hígida x Núcleo metálico fundido (HN), Debilitada x Núcleo metálico fundido (DN) e Debilitada x Pino pré-fabricado (DP).

6. DISCUSSÃO

A evidência de que dentes tratados endodonticamente apresentam mudanças em suas características morfológicas, quando comparados a dentes vitalizados, tem sido discutida^{2,20,22,28,68}.

Há um consenso geral de que as principais razões do aumento da fragilidade de dentes despulpados são a perda do grau de elasticidade^{20,28}, a desidratação dos túbulos dentinários^{2,20,28,66} e a redução da estrutura dental, devido à quantidade de tecido perdido por cárie, fraturas, restaurações anteriores ou removido durante o preparo do canal^{2,20,55,59,66,68,70}.

Tais mudanças estruturais podem alterar o comportamento biomecânico do dente, afetando sua habilidade de suportar as forças intra-orais e tornando-o mais susceptível à fratura^{2,20,22,59,68,70}. 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 do paciente de detectar sobrecargas oclusais, contribuindo para a ocorrência de fraturas^{35,43}.

Em determinadas situações clínicas apenas a estrutura radicular está presente, o que dificulta a retenção e a estabilidade de uma restauração^{2,4,10,15,27,52,53,54,55,57}. Esse fato fica ainda mais crítico quando ocorre em dentes anteriores, pois estes são normalmente mais expostos à forças dirigidas horizontalmente⁶⁹ e mais sujeitos a traumas devido a sua posição no arco⁵⁸. Assim, a fim de simular tal situação clínica, para o desenvolvimento deste experimento, foram selecionadas raízes de incisivos centrais^{4,13,19,21,24,51,56,69,70} e caninos superiores^{19,21}.

Em função de cárie, fratura, reabsorção interna, remoção de pinos e núcleos, do acesso para o tratamento endodôntico ou causas idiopáticas, surgem casos em que o canal radicular torna-se muito alargado e, conseqüentemente, com uma espessura da parede de dentina muito fina, dificultando a restauração deste elemento

dental^{7,32,33,34,37}. Dessa maneira, para simular essa condição real, em algumas raízes estudadas foi realizado um desgaste interno padronizado, deixando paredes dentinárias remanescentes com 0,5 mm de espessura até uma profundidade de 4,0 mm, a fim de debilitá-las.

Os dentes tratados endodonticamente presentes na cavidade oral continuam em meio a fluidos bucais e, sendo a estrutura dental permeável, há pouca razão para considerar dentes desvitalizados desidratados²². Desse modo, é válido salientar a necessidade de se armazenar os dentes em solução logo após a extração e durante os procedimentos experimentais, mantendo-os hidratados. Neste estudo as raízes foram mantidas em solução salina fisiológica^{3,4,9,13,21,56,63,65,70,73}.

Para que seja possível reconstruir dentes despulpados com total perda de estrutura coronária, torna-se necessária a colocação de um pino intraradicular^{2,4,10,15,27,52,53,54,55,57}, indicado com a função de proporcionar retenção a uma restauração indireta^{2,3,4,10,15,23,24,26,28,30,35,43,48,50,53,55,57,62,68,71} e proteger ou dar resistência ao remanescente dental contra forças oclusais através da distribuição destas no interior da raiz^{2,3,10,15,23,24,26,28,30,50,52,53,62,71}.

As técnicas utilizadas para a restauração de dentes tratados endodonticamente sofreram algumas mudanças desde a confecção do pino integrado à coroa - "pivot"⁵³. Atualmente, a coroa e o núcleo são estruturas separadas e este pode ser confeccionado através da fundição de um padrão de cera e/ou resina acrílica, apresentando a mesma configuração do canal radicular^{39,42,51,54,71}. Outra opção é a utilização de pinos metálicos pré-fabricados, disponíveis em diferentes formatos e tamanhos, que são adaptados ao canal através de preparo com limas e brocas específicas⁵³.

Entretanto, há autores^{2,14,21,50,58,64,65} que desencorajam o uso de meios auxiliares de retenção no interior do canal radicular, alegando que o preparo deste e a inserção do pino ou núcleo resulta no enfraquecimento do dente. Dessa maneira, tais

meios de retenção devem ser indicados apenas quando não há estrutura coronária suficiente para suportar uma restauração^{2,55,71}.

Devido à indispensável utilização de um dispositivo intra-radicular para sustentar uma coroa protética, pesquisas têm sido realizadas para avaliar a capacidade retentiva e a resistência às forças oclusais dos pinos pré-fabricados e núcleos metálicos fundidos em relação ao seu comprimento, diâmetro, forma e configuração da superfície^{3,4,9,12,13,14,16,17,19,21,25,27,38,41,51,52,56,62,63,64,65,70,73,75}.

Cabe ressaltar que a retenção tem efeito sobre a resistência à fratura de uma raiz, pois pinos que proporcionam adequada retenção e estabilidade possuem maior resistência ao deslocamento quando sujeitos à forças laterais de oclusão^{15,16,40}.

Quanto maior o comprimento do pino ou núcleo no canal radicular há um proporcional aumento de sua retenção^{10,13,14,15,23,25,36,48,51,53,57,63,64,65,66}. Além disso, pinos mais longos distribuem igualmente as tensões no interior da raiz^{62,64,65,70}. Segundo SHILLINGBURG & KESSLER⁵³, pinos curtos oferecem pequena resistência ao deslocamento quando sujeitos a forças oblíquas ou axiais. Afirmam, ainda, que o comprimento inadequado dos pinos e núcleos intracanaís é a principal causa das falhas das restaurações de dentes tratados endodonticamente. Dessa maneira, são sugeridas diferentes recomendações: o pino ou núcleo deve ter um comprimento igual à metade do comprimento radicular⁶¹; o comprimento do pino ou núcleo deve ser igual a dois-terços do comprimento da raiz^{11,29,39,53,71} ou o pino ou núcleo deve ter um comprimento no mínimo igual ao comprimento da coroa protética^{11,39,42,53,54,61,64,68,71}. Outro fator de grande importância a ser observado é que a metade do comprimento radicular precisa estar contida no osso⁶⁶ para evitar que as forças oclusais causem tensões na raiz sem suporte, fraturando-a diagonalmente^{53,66}. Por esse motivo, é proposto que os pinos e núcleos estendam-se pelo menos até a metade da distância entre a crista alveolar e o ápice da raiz⁶⁶.

Embora exista uma relação diretamente proporcional entre o diâmetro de um pino ou núcleo e a sua retenção na raiz^{25,73}, há comprovações de que o aumento do diâmetro não melhora significativamente a capacidade de resistência à fratura^{15,38,63,65,70}. Além disso, diâmetros excessivos implicam na remoção de estrutura dental sadia, o que fragiliza o dente, diminuindo sua habilidade de resistência à fratura^{10,17,23,26,38,50,69,70}. Assim, tem sido proposto que no mínimo 1,0 mm de espessura de parede dentinária sadia deve permanecer ao redor do pino ou núcleo, principalmente na região apical do preparo, onde há maior concentração de tensões^{10,31,55,66,71}. Recomenda-se, ainda, que a largura do pino não deve exceder um terço da largura da raiz^{26,31,55,66} ou que o pino ou núcleo metálico deve ter o menor diâmetro possível, sendo largo o suficiente para proporcionar uma adequada adaptação às paredes do canal^{10,26,29,31,38,48}.

Existem algumas controvérsias na literatura a respeito da forma que o núcleo metálico ou pino pré-fabricado devem apresentar³. Argumenta-se que os pinos cilíndricos, ou seja, de paredes paralelas, causam maior concentração de tensões na região do ápice do dente^{2,64,65}, além de enfraquecer e aumentar o risco de perfuração da raiz devido à fina espessura de dentina remanescente no terço apical após o preparo do canal radicular^{2,14,26}. Há afirmações, entretanto, de que pinos paralelos distribuem as forças oclusais igualmente ao longo da raiz^{11,13,14,64,71}. Já grande concordância é observada quanto à superior retenção dos pinos cilíndricos quando comparados aos cônicos^{11,13,25,45,48,51,53,57,63,64} e que estes transmitem forças contra as paredes da raiz, provocando uma maior concentração de tensões lateralmente e um efeito de cunha, o que aumenta a chance de fratura radicular^{10,11,14,17,26,36,55,56,64,65,75}.

Além da classificação pela forma geométrica (cônicos e paralelos)^{10,28,45,53,55,63,71}, os pinos pré-fabricados podem ser classificados quanto à configuração da sua superfície em liso, serrilhado, rosqueado^{10,28,45,53,55,63,71} ou auto-rosqueável^{10,28,71}, sendo os serrilhados mais retentivos que os lisos^{13,25,51,53,57,63}, e os rosqueados ou auto-rosqueáveis, os que possuem a maior capacidade

retentiva^{10,16,17,26,27,46,48,51,53,55,62,63,65}. Mas a conformação da superfície pode também ter efeito direto na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente²⁷. Desse modo, tem-se afirmado que os pinos que se encaixam ativamente na dentina geram mais tensões^{17,45,55,62,64}, especialmente durante sua inserção, pois podem criar pequenas fissuras na raiz, aumentando o risco de fratura⁴⁹. Assim, os pinos cônicos e os rosqueados ou auto-rosqueáveis são os que promovem fraturas com maior incidência^{17,68}. O espaço entre as roscas também é crítico para o sucesso do tratamento^{16,55}. A tensão aumenta quando maior é o número de roscas, pois a presença destas no ápice do pino implica mais força necessária para inserir o pino, ocasionando fraturas^{15,55,75}.

Baseado nos aspectos discutidos anteriormente, na metodologia deste estudo foram empregados núcleos metálicos fundidos a partir de padrões de resina acrílica quimicamente ativada (DURALAY) que reproduziram exatamente o canal radicular preparado num formato cônico e com o comprimento correspondente a dois terços do comprimento da raiz, além dos pinos pré-fabricados RADIX-ANKER, por serem classificados como paralelos, auto-rosqueáveis, possuindo um sulco de escape para o cimento ao longo da haste, a fim de melhorar a sua retenção e aliviar a pressão hidrostática, reduzindo o risco de fratura radicular^{19,45,73}.

Como já exposto, há determinados casos em que a destruição estende-se à raiz e a colocação de pinos intra-radiculares torna-se impossível devido à falta de estrutura dentinária^{7,32,33,34,37}. O uso de um núcleo metálico fundido convencional pode provocar um efeito de cunha, ocasionado pelo diâmetro excessivo o que leva à fratura radicular^{10,11,14,17,26,28,34,36,55,56,64,65,75}. Além disso, a resistência à fratura de um dente tratado endodonticamente é diretamente proporcional ao remanescente de parede dentinária^{2,19,21,38,58,59,69,70}. Conseqüentemente, esses dentes são condenados à exodontia^{7,32,33,34,37}.

Em situações específicas, o defeito limita-se apenas à porção cervical, havendo tecido dental apical suficiente e adequado suporte periodontal³⁴. Assim, tem sido sugerido o preenchimento das raízes enfraquecidas com materiais adesivos atuando como "dentina artificial", em função do constante desenvolvimento destes nos últimos anos^{30,32,33,34,37}. Dentre esses materiais, são utilizados o cimento de ionômero de vidro convencional^{32,37}, a resina composta^{30,33,34,37} e o híbrido de ionômero de vidro/resina composta³⁷.

As resinas compostas, juntamente com sistemas adesivos, indicados como materiais de reforço^{30,33,34,37}, também têm demonstrado resultados superiores ao amálgama e ao cimento de ionômero de vidro, quando utilizados para a confecção de núcleos sobre pinos pré-fabricados¹². Além disso, superiores ao cimento de ionômero de vidro quando utilizados para restaurar preparos cavitários convencionais em dentes tratados endodonticamente⁷². Apresentam, ainda, vantagens como fácil manipulação, rápida polimerização, resistência à tração e compressão comparável a da estrutura dental e baixa resposta à estímulos térmicos⁴⁷.

Além dos fatores acima mencionados, a escolha do compósito Z100 (3M) para preencher as raízes enfraquecidas baseou-se nos seus bons resultados apresentados em estudo laboratorial³⁷ e, ainda, por ter, segundo seu fabricante[®], 84,5% de carga com distribuição monomodal de partículas quase esféricas, o que aumenta a sua resistência.

Diferentes tipos de cimento podem ser utilizados para a fixação dos núcleos metálicos e pinos intra-radulares, dentre eles o cimento de policarboxilato de zinco, o cimento de ionômero de vidro, o cimento resinoso e o cimento de fosfato de zinco⁷⁴. A finalidade desses materiais é promover retenção e selamento contra microinfiltração^{55,74}, além de amortecer e distribuir as tensões para a dentina⁵⁷. Embora

[®] Perfil Técnico da Resina Composta Z100 – 3M do Brasil Ltda.

seja afirmado que os cimentos resinosos proporcionam melhor retenção¹, o tipo do cimento indicado parece ter importância mínima, quando a forma e a configuração da superfície do pino são adequadas para garantir retenção e resistência à restauração^{43,48}.

Dessa forma, o cimento de fosfato de zinco tem sido o mais empregado durante muitos anos^{30,40,74} tanto para pesquisas que estudam os pinos e núcleos utilizados para restaurar dentes tratados endodonticamente^{3,4,12,13,14,16,17,19,21,24,25,27,28,30,41,27,28,30,41,49,51,52,56,62,64,65,69,70,73,75} como para servir de padrão, quando outros cimentos são avaliados^{1,9,40,63}. Foi, por isso, o cimento selecionado para a estabilização dos núcleos metálicos fundidos e dos pinos pré-fabricados deste estudo.

Na tentativa de simular a mais real situação clínica, a resistência à fratura de incisivos centrais superiores tratados endodonticamente tem sido avaliada através da aplicação de carregamento tangencial de compressão em ângulo de 120°⁴¹ ou 130°^{19,21,24,56} em relação ao longo eixo dos dentes. Segundo MOYERS⁴⁴, o ângulo determinado pelo contato entre os incisivos centrais superiores e inferiores é de 135,4° (ângulo interincisal). Dessa maneira, neste trabalho foi aplicado um carregamento tangencial de compressão em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz^{4,9,12,52}.

Os resultados deste estudo demonstraram que, para o fator Volume da Raiz – pequeno, médio e grande – as raízes com maior volume foram significativamente mais resistentes à fratura quando comparadas às raízes de volumes médio e pequeno (Tabela 5-3), comprovando que a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente é diretamente proporcional à quantidade de estrutura dentinária remanescente.

Avaliando o fator Condição da Raiz – hígida e debilitada – verificou-se que as raízes hígidas foram significativamente mais resistentes que as debilitadas (Tabela 5-4), por possuírem maior espessura de parede dentinária ao redor do pino intra-radicular,

reafirmando que a capacidade da raiz de resistir à fratura está diretamente relacionada com a sua quantidade de tecido dentinário. Embora os resultados de MARTINS³⁷ demonstraram que a resina composta superou a resistência à fratura das raízes hígidas, a comparação com este estudo fica prejudicada devido às diferenças de metodologia.

Em relação ao fator Tipo de Pino Intra-radicular, os resultados da Tabela 5-5 demonstraram que pinos pré-fabricados proporcionaram maior resistência às raízes que núcleos metálicos fundidos, sendo a diferença entre eles estatisticamente significativa. Isso deve-se ao fato dos pinos pré-fabricados RADIX-ANKER possuírem lados paralelos e serem auto-rosqueáveis com um sulco de escape para o cimento, induzindo menos tensões internas quando comparados aos núcleos de forma cônica e superfície lisa, o que está de acordo com a literatura.

A interação dos fatores Volume da Raiz e Condição da Raiz (Tabela 5-6) apresentou resultados estatisticamente significantes em relação à resistência à fratura das raízes hígidas de grande volume comparadas às raízes hígidas e debilitadas de menores volumes. Por outro lado, comparando-se apenas as raízes debilitadas nos diferentes volumes, os valores obtidos mostraram semelhança estatisticamente significativa. Apesar de haver união do compósito à dentina e, por este ter um módulo de resiliência próximo ao da estrutura dentinária⁴⁷, o mesmo não conseguiu, independente do volume da raiz, restabelecer a resistência natural do dente, igualando, assim, os resultados.

Com a interação dos fatores Condição da Raiz e Tipo de Pino Intra-radicular (Tabela 5-7), as raízes hígidas com pinos RADIX-ANKER mostraram-se significativamente mais resistentes que as raízes hígidas com núcleos metálicos fundidos, o que reforça os resultados relacionados ao fator Tipo de Pino Intra-radicular. Comparando as raízes hígidas com as debilitadas, tanto as hígidas com pinos pré-fabricados quanto as hígidas com núcleos metálicos apresentaram valores de

resistência superiores e diferentes estatisticamente, confirmando, novamente, a influência da espessura da parede de dentina. Já as raízes debilitadas com pinos pré-fabricados e as debilitadas com núcleos metálicos fundidos apresentaram semelhança estatisticamente significativa, justificado pelo fato do compósito não ser capaz restituir totalmente a capacidade do dente de resistir à fratura.

Embora existam poucos trabalhos na literatura referentes ao reforço interno de raízes enfraquecidas antes da colocação de um pino ou núcleo intracanal e de uma coroa protética, e apesar dos resultados deste estudo expressarem que estas raízes não apresentam capacidade de resistência à fratura próxima às raízes íntegras, a utilização de materiais adesivos atuando como “dentina artificial” pode ser de grande valor no sentido de evitar-se exodontias e possibilitar que tais dentes suportem uma restauração e continuem sua função na cavidade oral.

7. CONCLUSÕES

Considerando os fatores avaliados neste estudo e fundamentado nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a espessura de tecido dentinário remanescente ao redor do pino ou núcleo intraradicular está diretamente relacionada com a capacidade da raiz de resistir à fratura;
- pinos de paredes paralelas que se encaixam ativamente na dentina, através de roscas, proporcionam maior resistência à fratura radicular que núcleos metálicos fundidos cônicos de superfície lisa;
- a resina composta não foi capaz de recuperar a capacidade dental de resistência à fratura.

ANEXOS

ANEXO I

Quadro 1- Marca comercial, classificação, número de lote e fabricante dos materiais para reconstrução e cimentação utilizados no ensaio de resistência à fratura de raízes.

MARCA COMERCIAL	COMPOSIÇÃO	Nº DO LOTE	FABRICANTE
SCOTCHBOND MULTIPURPOSE PLUS*	- Ácido maléico a 10% ($\text{pH} \approx 1,2$); - Ácido fosfórico a 35% ($\text{pH} \approx 0,6$); - Ativador: solução etélica de um sal de ácido sulfinico e um componente fotoiniciador; "Primer": solução aquosa de HEMA e um copolímero do ácido polialcenóico; - Adesivo: solução de BIS-GMA e HEMA combinados com um sistema de iniciação de polimerização; - Catalisador: BIS-GMA, HEMA e peróxido de benzoila; "Primer" Silano: solução pré-hidrolisada de fase única.	19951116	3M do Brasil
Z 100*	- parte orgânica, BIS-GMA e TEGDMA; - carga mineral sintética de zircônia/sílica (100% homogênea); 84,5% de carga e 66,0% em volume (sem silano); - tamanho médio das partículas de $0,6 \mu\text{m}$.	5HH 5HJ	3M do Brasil
RADIX- ANKER	liga de titânio/prata	—	Maillefer
CIMENTO DE FOSFATO DE ZINCO	- pó: óxido de zinco (componente básico) e óxido de magnésio; - líquido: ácido fosfórico, água, fosfato de alumínio	OOR	S.S.White

* de acordo com o fabricante.

ANEXO II

Quadro 2 - Valores médios obtidos através das medidas dos diâmetros vestibulo-palatina e méso-distal das raízes de incisivos centrais superiores.

Incisivo*	V-P (mm)	M-D (mm)	Média (mm)
30	5,5	5,0	5,3
5	6,0	5,0	5,5
11	6,0	5,0	5,5
18	6,0	5,0	5,5
19	6,0	5,0	5,5
36	6,0	5,0	5,5
26	6,0	5,0	5,5
3	6,5	5,0	5,8
32	5,5	5,0	5,8
6	6,0	5,5	5,8
16	6,0	5,5	5,8
27	6,0	5,5	5,8
4	6,0	6,0	6,0
9	6,0	6,0	6,0
13	6,5	5,5	6,0
14	6,0	6,0	6,0
20	6,0	6,0	6,0
33	6,0	6,0	6,0
35	6,0	6,0	6,0
2	6,5	6,0	6,3
10	6,5	6,0	6,3
15	6,5	6,0	6,3
17	6,5	6,0	6,3
24	6,5	6,0	6,3
31	6,5	6,0	6,3
1	7,0	6,0	6,5
12	7,0	6,0	6,5
21	7,0	6,0	6,5
22	7,0	6,0	6,5
28	7,0	6,0	6,5
23	7,0	6,5	6,8
37	7,0	6,5	6,8
7	7,0	7,0	7,0
25	7,0	7,0	7,0
34	7,0	7,0	7,0
38	7,5	6,5	7,0
8	7,5	7,0	7,3
29	7,5	7,0	7,3

* número de identificação de cada raiz de incisivo central superior.

ANEXO III

Quadro 3 - Valores médios obtidos através das medidas dos diâmetros vestibulo-palatina e méso-distal das raízes de caninos superiores.

Canino*	V-P (mm)	M-D (mm)	Média (mm)
4	6,0	4,0	5,0
10	6,0	4,0	5,0
19	6,0	4,0	5,0
25	6,0	4,0	5,0
33	6,0	4,0	5,0
23	6,0	4,5	5,3
5	6,5	4,0	5,3
9	6,5	4,0	5,3
17	6,5	4,0	5,3
6	7,0	4,0	5,5
8	7,0	4,0	5,5
12	7,0	4,0	5,5
14	6,5	5,0	5,8
15	6,5	5,0	5,8
16	7,0	4,5	5,8
21	6,5	5,0	5,8
24	7,0	4,5	5,8
27	6,5	5,0	5,8
7	7,0	5,0	6,0
38	7,5	4,5	6,0
13	7,5	4,5	6,0
18	7,0	5,0	6,0
32	7,0	5,0	6,0
36	7,0	5,0	6,0
20	7,5	5,0	6,3
22	7,5	5,0	6,3
35	7,5	5,0	6,3
3	8,0	5,0	6,5
11	8,0	5,0	6,5
26	8,0	5,0	6,5
30	7,5	5,5	6,5
31	7,5	5,5	6,5
37	8,5	4,5	6,5
2	8,0	5,5	6,8
28	8,0	5,5	6,8
29	8,5	5,0	6,8
34	8,0	5,5	6,8
1	8,0	6,0	7,0

* número de identificação de cada raiz de canino superior.

ANEXO IV

Quadro 4 - Quantidade de raízes distribuídas por grupo.

INCISIVO*			CANINO		
PEQUENA	MÉDIA	GRANDE	PEQUENA	MÉDIA	GRANDE
12	18	8	12	15	11

* número de raízes por grupo.

Quadro 5- Resultado da divisão das raízes em Grupo Dental, Volume da Raiz, Condição da Raiz e Tipo de Pino Intra-radicular.

INCISIVO*												CANINO											
PEQUENA				MÉDIA				GRANDE				PEQUENA				MÉDIA				GRANDE			
D		H		D		H		D		H		D		H		D		H		D		H	
P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N
3	16	30	11	13	9	4	33	34	23	25	29	10	6	25	4	24	14	15	16	26	11	28	3
18	26	5	19	2	10	14	35	38	7	8	37	23	8	33	19	38	21	27	22	2	30	29	37
32	36	6	27	12	17	24	20					9	12	5	17	7	18	36	35		31	34	1
				28	1	15	22									13	32	20					
					21	31																	

* número de identificação de cada raiz.

D = Debilitada

H = Hígida

P = Pino pré-fabricado (RADIX-ANKER)

N = Núcleo metálico fundido

ANEXO V

Quadro 6- Seqüência obtida, através de sorteio, para a realização dos preparos intra-radiculares e para a cimentação dos núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados.

1ª	5 I	20ª	35 C	39ª	8 C*	58ª	18 C
2ª	33 C	21ª	7 C	40ª	17 C	59ª	33 I
3ª	21 C	22ª	15 I	41ª	11 C	60ª	7 I
4ª	34 C	23ª	19 C	42ª	3 C	61ª	27 C
5ª	16 C	24ª	29 I	43ª	6 C	62ª	2 C
6ª	14 C	25ª	1 I	44ª	20 I	63ª	4 I
7ª	37 I	26ª	9 I	45ª	10 I	64ª	18 I
8ª	31 I	27ª	13 I	46ª	24 I	65ª	23 C
9ª	8 I	28ª	21 I	47ª	26 I	66ª	5 C
10ª	28 C	29ª	1 C	48ª	6 I	67ª	38 I
11ª	20 C	30ª	2 I	49ª	14 I	68ª	15 C
12ª	10 C	31ª	3 I	50ª	26 C	69ª	25 C
13ª	36 I	32ª	35 I	51ª	9 C	70ª	30 C
14ª	28 I	33ª	32 I	52ª	34 I	71ª	19 I
15ª	17 I	34ª	4 C	53ª	36 C	72ª	16 I
16ª	23 I	35ª	22 C	54ª	31 C	73ª	11 I
17ª	29 C	36ª	27 I	55ª	25 I	74ª	12 C
18ª	12 I	37ª	22 I	56ª	32 C	75ª	37 C
19ª	30 I	38ª	13 C	57ª	24 C	76ª	38 C

** o número à frente da sigla representante do grupo dental da raiz - I (incisivo) e C (canino) - significa o número de identificação de cada raiz.

♦ raiz perdida, por fratura, durante o preparo intra-radicular.

ANEXO VI

Quadro 7- Resultados (em Kgf) do ensaio de resistência à fratura de raízes, médias e desvios padrões em relação ao Grupo Dental (Incisivo e Canino), Volume da Raiz (Pequeno, Médio e Grande), Condição da Raiz (Debilitada e Hígida) e Tipo de Pino Intra-radicular (Pré-fabricado e núcleo metálico fundido).

Corpo de Prova	Volume da Raiz	Condição da Raiz	Tipo de Pino	Valor (Kgf)	Média	DP
32 18 3	P	D	P	19,30 10,30 11,90	13,83	4,80
16 26 36	P	D	N	15,40 13,80 14,50	14,57	0,80
30 5 6	P	H	P	22,50 26,40 18,20	22,37	4,10
11 19 27	P	H	N	16,20 22,00 25,90	21,37	4,88
13 2 12 28	M	D	P	8,30 7,20 18,80 10,80	11,28	5,24
9 10 17 1 21	M	D	N	15,50 14,80 12,80 17,20 16,10	15,28	1,64
4 14 24 15 31	M	H	P	14,50 20,40 26,80 29,40 29,50	24,12	6,53
33 35 20 22	M	H	N	23,20 15,00 17,00 25,20	20,10	4,87
34 38	G	D	P	10,50 18,80	14,65	5,87
23 7	G	D	N	11,60 11,50	11,55	0,00

Quadro III - continuação.

25 I 8 I	G	H	P	37,90 30,50	34,20	5,23
29 I 37 I	G	H	N	23,20 33,50	28,35	7,28
10 C 23 C 9 C	P	D	P	11,90 12,90 7,90	10,90	2,64
6 C 8 C 12 C	P	D	N	14,50 - 10,70	12,60	2,69
25 C 33 C 5 C	P	H	P	24,30 13,50 24,70	20,83	6,35
4 C 19 C 17 C	P	H	N	14,36 12,30 19,50	15,39	3,71
24 C 38 C 7 C 13 C	M	D	P	11,90 10,90 12,40 15,00	12,55	1,75
14 C 21 C 18 C 32 C	M	D	N	14,30 12,30 13,30 16,30	14,05	1,70
15 C 27 C 36 C 20 C	M	H	P	26,30 25,20 22,40 36,50	27,60	6,16
16 C 22 C 35 C	M	H	N	20,90 19,80 29,80	23,50	5,48
26 C 2 C	G	D	P	14,90 12,60	13,75	1,62
11 C 30 C 31 C	G	D	N	14,40 17,30 14,50	15,40	1,65
28 C 29 C 34 C	G	H	P	39,60 46,20 25,60	37,13	10,52
3 C 37 C 1 C	G	H	N	21,30 24,70 18,90	21,63	2,91

SUMMARY

The restoration of endodontically treated teeth through the placement of cast posts and prefabricated posts is hindered when there is great loss of dentinal structure. In that way, the purpose of this in vitro study was to evaluate the resistance to fracture of weakened roots through the use of one adhesive system acting as an "artificial dentin" associated to the posts into the root canal in the morphologic reconstructions. The roots of 76 single-rooted maxillary teeth, between central incisors and canines, they were separated from the crowns and divided in agreement with their bulks. Half of these roots were internally wore until to presente standardized dimensions, simulating weakened roots. Such roots were filled with adhesive system and composite. Thirty-eight roots, between weakened and health, were prepared to receive casts and, the others, to receive prefabricated posts, both fixed with zinc phosphate cement. The specimens were submitted to resistance test to fracture in an Universal Testing Machine with compressive load in an angle of 135 degrees in relation to the long axis of the root, in a speed of 0,5 mm/min. The results show statistically significant differences between the tested factors *Root's bulk*, being the big roots the most resistant to fracture; *Root's condition*, where the health roots were more resistants and *Kind of post into the root canal*, being the roots with cemented prefabricated posts the ones that presented larger resistance to fracture. There is also significant effect of the interaction *Root's bulk * Root's condition*, where the big and health roots were more resistants than the others and of the interaction *Root's condition * Kind of post into the root canal*, being the health roots with prefabricated posts the most resistants. Under the studied conditions, big and health roots with cemented prefabricated posts presented the best results of resistance to fracture.

Key Words:

Dentinal bonding agents – composite resin – cast post – prefabricated post.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ASSIF, D. & FERBER, A. Retention of dowels using a composite resin as a cementing medium. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **48**(3): 292-6, Sept. 1982.
- 2- _____ & GORFIL, C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **71**(6): 565-7, June, 1994.
- 3- _____, et al. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **69**(1): 36-40, Jan. 1993.
- 4- BARKHORDAR, R.A.; RADKE, R.; ABBASI, J. Effect of metal collars on resistance of endodontically treated teeth to root fracture. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **61**(6): 676-8, June, 1989.
- 5- BLACK, G.V. A method of grafting artificial crowns on roots of teeth. **Mo. dent. J.**, **1**: 233-6, 1869. *Apud* SHILLINGBURG, H.T. & KESSLER, J.C. *Op.cit.* Ref. 51.
- 6- BOWEN, R. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **66**(1): 57-64, Jan. 1963.
- 7- BUCK, A.; MARTINS, L.R.M.; SARTINI FILHO, R. **Preservação de raízes debilitadas através do preenchimento de conduto radicular com ionômero de vidro para posterior preparo intra-radicular.** (Apresentado à Semana Odontológica de Piracicaba - FOP, Piracicaba, 1992).
- 8- BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. dent. Res.**, Washington, **34**(6): 849-53, Dec. 1955.
- 9- BURGESS, J.O.; SUMMITT, J.B. ; ROBBINS, J.W. The resistance to tensile, compression, and torsional forces provided by four post systems. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **68**(6): 899-903, Dec. 1992.
- 10- CAPUTO, A.A. & STANDLEE, J.P. Pins and Posts – Why, When and How. **Dent. clin. N. Am.**, Philadelphia, **20**(2): 299-311, Apr. 1976.
- 11- CHRISTY, J.M. & PIPKO, D.J. Fabrication of a dual-post veneer crown. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **75**(6): 1419-25, Dec. 1967.

* Referências Bibliográficas de acordo com a NB-66 de 1978, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o *World List of Scientific Periodicals*.

- 12- COHEN, B.I. et al. Fracture strength of three different core materials in combination with three different endodontic posts. **Int. J. Prosthodont.**, Carol Stream, **7**(2): 178-2, Mar./Apr. 1994.
- 13- 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, **124**(2): 63-9, Jan. 1968.
- 14- COONEY, J.P.; CAPUTO, A.A.; TRABERT, K.C. Retention and stress distribution of tapered-end endodontic posts. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **55**(5): 540-6, May, 1986.
- 15- DEUTSCH, A.S. et al. Prefabricated dowels: A literatura review. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **49**(4): 498-503, Apr. 1983.
- 16- _____ et al. Retentive properties of a new post and core system. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **53**(1): 12-4, Jan. 1985.
- 17- _____ et al. Root fracture during insertion of prefabricated posts related to root size. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **53**(6): 786-9, June, 1985.
- 18- FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restoration resin. **J. dent. Res.**, Washington, **58**(4): 1364-70, Apr. 1979.
- 19- GREENFELD, R.S. et al. A comparison of two post systems under applied compressive-shear loads. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **61**(1): 17-24, Jan. 1989.
- 20- GUTMANN, J.L. The dentin-root complex: Anatomic and biologic considerations in endodontically treated teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **67**(4): 458-67, Apr. 1992.
- 21- GUZY, G.E. & NICHOLLS, J.I. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **42**(1): 39-42, July, 1979.
- 22- HUANG, T.-J.G.; SCHILDER, H.; NATHANSON, D. Effect of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. **J. Endod.**, Baltimore, **18**(5): 209-15, May, 1992.
- 23- HUNTER, A.J. & FLOOD, A.M. The restoration of endodontically treated teeth. Part 2. Posts. **Aust. dent J.**, Saint Leonards, **34**(1): 5-12, Jan. 1989.
- 24- ISHIKIRIAMA, A. et al. Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com resina composta. **Revta FOB**, Bauru, **3**(1/4): 47-52, jan./dez. 1995.
- 25- JOHNSON, J.K. & SAKUMURA, J.S. Dowel form and tensile force. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **40**(6): 645-9, Dec. 1978.
- 26- _____; SCHWARTS, N.L.; BLACKWELL, R.T. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **93**(3): 597-605, Sept. 1976.

- 27- KAHN, F.H. et al. Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **75**(2): 148-53, Feb. 1996.
- 28- KÄYSER, A.F.; LEEMPOEL, P.J.B.; SNOEK, P.A. The metal post and composite core combination. **J. oral Rehabil.**, Oxford, **14**(1): 3-11, Jan. 1987.
- 29- LARATO, D.C. Single unit cast post crown for pulpless anterior tooth roots. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **16**(1): 145-9, Jan./Feb. 1966.
- 30- LINDE, L.Å. The use of composite resins in combination with anchorage posts as core material in endodontically treated teeth: clinical aspects of the technique. **Quintessence int.**, Berlin, **24**(2): 115-22, Feb. 1993.
- 31- LLOYD, P.M. & PALIK, J.F. The philosophies of dowel diameter preparation: A literature review. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **69**(1): 32-6, Jan. 1993.
- 32- LUI, J.L. Cermet reinforcement of a weakened endodontically treated root: a case report. **Quintessence int.**, Berlin, **23**(8): 533-8, Aug. 1992.
- 33- _____. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic-posts. **Quintessence int.**, Berlin, **25**(5): 313-9, May, 1994.
- 34- _____. A technique to reinforce weakened roots with post canals. **Endod. dent. traumat.**, Copenhagen, **3**(6):310-14, Dec. 1987.
- 35- MANNING, K.E. et al. Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part I: basic theoretical concepts. **J. Can. dent. Ass.**, Ottawa, **61**(8): 685-95, Aug. 1995.
- 36- _____. et al. Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part II: clinical application of basic concepts. **J. Can. dent. Ass.**, Ottawa, **61**(8): 696-707, Aug. 1995.
- 37- MARTINS, L.R.M. **Avaliação da resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com materiais adesivos.** Piracicaba, 1995. 47p. [Tese (Livre Docência em Dentística) – FOP, UNICAMP].
- 38- MATTISON, G.D. Photoelastic stress analysis of cast-gold endodontic posts. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **48**(4): 407-11, Oct. 1982.
- 39- MILLER, A.W. Direct pattern technique for posts and cores. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **40**(4): 392-7, Oct. 1978.
- 40- MILLSTEIN, P.L. et al. Effects of cementing on retention of a prefabricated screw post. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **57**(2): 171-4, Feb. 1987.
- 41- MILOT, P. & STEIN, S. Root fracture in endodontically treated teeth related to post selection and crown design. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **68**(3): 428-35, Sept. 1992.
- 42- MONDELLI, J.; PICCINO, A.C.; BERBERT, A. An acrylic resin pattern for a cast dowel and core. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **25**(4): 413-7, Apr. 1971.

- 43- MORGANO, S.M. Restoration of pulpless teeth: Application of traditional principles in present and future contexts. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **75**(4): 375-80, Apr. 1996.
- 44- MOYERS, R.E. **Handbook of orthodontics**. 3.ed. Chicago, Year Book Medical, 1977. 778p.
- 45- MUSIKANT, B.L. & DEUTSCH, A.S. A new prefabricated post and core system. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **52**(5): 631-4, Nov. 1984.
- 46- NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, **16**(3): 265-73, May, 1982.
- 47- PHILLIPS, P.W. **Skinner: materiais dentários**. 9.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1995. 334p.
- 48- ROBBINS, J.W. Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. **J. Am. dent. Ass.**, **120**(5): 558-66, May, 1990.
- 49- ROSEN, H.; PARTIDA-RIVERA, M. Iatrogenic fracture of roots reinforced with a cervical collar. **Operative Dent.**, Seattle, **11**(2): 46-50, Spring, 1986.
- 50- ROSS, I.F. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. **J. Endod.**, Baltimore, **6**(5): 560-5, May, 1980.
- 51- RUEMPING, D.R.; LUND, M.R.; SCHNELL, R.J. Retention of dowels subjected to tensile and torsional forces. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **41**(2): 159-62, Feb. 1979.
- 52- RYTHIER, J.S. et al. Evaluation of the fracture resistance of a wrought post compared with completely cast post and cores. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **68**(3): 443-8, Sept. 1992.
- 53- SHILLINGBURG, H.T. & KESSLER, J.C. **Restauração protética dos dentes tratados endodonticamente**. 2.ed. São Paulo, Editora Quintessence, 1991. 384p.
- 54- SILVERSTEIN, W.H. The reinforcement of weakened pulpless teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **14**(2): 372-81, Mar./Apr. 1964.
- 55- SIVERS, J.E. & JOHNSON, W.T. Restoration of endodontically treated teeth. **Dent. Clin. N. Am.**, Philadelphia, **36**(3): 631-50, July, 1992.
- 56- SORENSEN, J.A. & ENGELMAN, M.J. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **64**(4): 419-24, Oct. 1990.
- 57- _____ & MARTINOFF, J.T. Clinically significant factors in dowel design. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **52**(1): 28-35, July, 1984.

- 58- _____ & _____. Intracoronar reinforcement and coronal coverage: A study of endodontically treated teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **51**(6): 780-4, June, 1984.
- 59- SORNKUL, E. & STANNARD, J.G. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. **J. Endod.**, Baltimore, **18**(9): 440-3, Sept. 1992.
- 60- SPANG, H. The Radix-Anchor System (II). The reconstruction of severaly eroded single-rooted teeth. **Quintessence int.**, Berlin, **6**(10):55-62, Oct. 1975.
- 61- STAHL, G. & O'NEAL, R.B. The composite resin dowel and core. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **33**(6): 642-8, June, 1975.
- 62- STANDLEE, J.P. & CAPUTO, A.A. The retentive and stress distributing properties of split threaded endodontic dowels. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **68**(3): 436-42, Sept. 1992.
- 63- _____; _____.; HANSON, E.C. Retention of endodontic dowels: Effects of cement, dowel length, diameter, and design. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **39**(4): 401-5, Apr. 1978.
- 64- _____, et al. Analysis of stress distribution by endodontic posts. **Oral Surg.**, Saint Louis, **33**(6): 952-60, June, 1972.
- 65- _____, et al. The retentive and stress-distributing properties of a threaded endodontic teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **44**(4): 398-404, Oct. 1980.
- 66- STERN, N. & HIRSFELD, Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **30**(2): 162-5, Aug. 1973.
- 67- SWIFT JR., E.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H.O. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. **Quintessence int.**, Berlin, **26**(2): 95-110, Feb. 1995.
- 68- TIDMARSH, B.G. Restoration of endodontically treated posterior teeth. **J. Endod.**, Baltimore, **2**(12): 374-5, Dec. 1976.
- 69- TJAN, A.H.L. & WHANG, S.B. Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **53**(4): 496-500, Apr. 1985.
- 70- TRABERT, K.C.; CAPUT, A.A.; ABOU-RASS, M. Tooth fracture – a comparison of endodontic and restorative treatments. **J. Endod.**, Baltimore, **4**(11): 341-5, Nov. 1978.
- 71- _____ & COONEY, J.P. The endodontically treated tooth. **Dent. Clin. N. Am.**, Philadelphia, **28**(4): 923-51, Oct. 1984.
- 72- TROPE, M. & TRONSTAD, L. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with glass ionomer cement or acid etch composite resin. **J. Endod.**, Baltimore, **17**(6): 257-9, June, 1991.

- 73- TURNER, C.H. & WILLOUGHBY, A.F.W. The retention of vented-cast dental posts. **J. Dent.**, Oxford, **13**(4): 267-70, Dec. 1985.
- 74- ZEGHBROECK, L.V. Cements. Part I: Theoretical considerations. **J. esthet. Dent.**, Ontario, **7**(2): 49-58, Mar. 1995.
- 75- ZMENER, O. Adaptation of threaded dowels to dentin. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **43**(5): 530-5, May, 1980.

OBRAS CONSULTADAS

- BARBOSA, A.C. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 4.ed. São Paulo, Egéria, 1980. 716p.
- HOUAISS, A. & CARDIM, I. **Mini – Webster's dicionário inglês/português – português/inglês**. Rio de Janeiro, Record, 1990. 704p.
- MANUAL de estilos Editora Abril: como escrever bem para nossas revistas**. 3.ed. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1990. 93p.
- PERFIL técnico do sistema adesivo dental Scotchbond Multi-Use Plus**. Campinas, 3M do Brasil, s.d., 35p.
- PERFIL técnico da resina composta Z100**. Campinas, 3M do Brasil, s.d., 34p.
- SAVIOLI, F.P. **Gramática em 44 lições**. São Paulo, Editora Ática, 1980. 352p.
- SOLIANI, S.D.O. & SILVA, L.F. **Abreviaturas dos periódicos da biblioteca da FOP – Unicamp e locais de publicação conforme o *world list of scientific periodicals***. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1996. 22p.
- _____. & _____. **Como escrever uma dissertação ou tese**. 3.ed. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1995. 53p.
- _____. & _____. **Referências bibliográficas NB-66 da ABNT, de 1978**. 3.ed. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1995. 24p.
- VIEIRA, S. **Como escrever uma tese**. São Paulo, Pioneira, 1991. 82p.