

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNICAMP

GISELLE MARIA MARCHI

Cirurgiã-dentista

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES  
MATERIAIS DE PREENCHIMENTO ASSOCIADOS  
A PINOS INTRA-RADICULARES NA RESISTÊNCIA  
À FRATURA DE RAÍZES DEBILITADAS**

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

PIRACICABA  
1998

UNICAMP  
BIBLIOTECA MARCHI

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

UNICAMP

GISELLE MARIA MARCHI

Cirurgiã-dentista

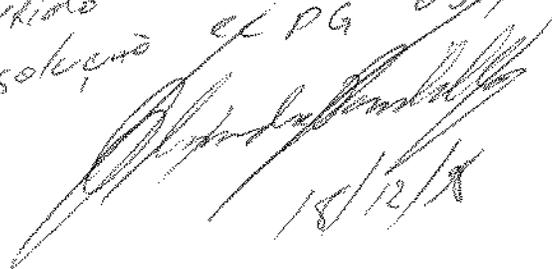
**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES MATERIAIS DE  
PREENCHIMENTO ASSOCIADOS A PINOS INTRA-RADICULARES NA  
RESISTÊNCIA À FRATURA DE RAÍZES DEBILITADAS**

ORIENTADOR

PROF. DR. LUÍS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

CO-ORIENTADOR

PROF. DR. LUIZ ANDRÉ FREIRE PIMENTA

*Este trabalho foi devidamente  
corrigido de acordo com a  
Resolução de PG 034/83*  
  
18/12/88

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

PIRACICABA

1998

9910-0150

### Ficha Catalográfica

M332a Marchi, Giselle Maria.  
Avaliação do efeito de diferentes materiais de preenchimento associados a pinos intra-radiculares na resistência à fratura de raízes debilitadas. / Giselle Maria Marchi. – Piracicaba, SP : [s.n.], 1998. 117f. : il.

Orientadores : Prof. Dr. Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo, Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta.  
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Adesivos dentários. 2. Materiais dentários. I. Paulillo, Luís Alexandre Maffei Sartini. II. Pimenta, Luiz André Freire. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Ficha Catalográfica Elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB / 8 – 6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 11 de Dezembro de 1998, considerou a candidata GISELLE MARIA MARCHI aprovada.

1. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

2. Prof. Dr. AQUIRA ISHIKIRIAMA

3. Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO RODRIGUES

4. Profa. Dra. MONICA CAMPOS SERRA

5. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

# DEDICATÓRIA

Aos meus pais, GISLAINE e WILSON,  
verdadeiros exemplos de vida que, com ilimitada dedicação,  
tudo fizeram em benefício da minha educação;

Aos meus irmãos, WILSON JR. e FLÁVIO,  
amigos que sempre me apoiaram;

Ao meu sobrinho, CAIO, com sua  
energia e alegria, fazendo-me esquecer os problemas e  
iluminando minha vida;

Ao meu noivo, BETO, cujo amor,  
incentivo, ajuda e compreensão nas horas mais difíceis foram  
imprescindíveis para a concretização de um ideal,

dedico este trabalho.



A DEUS,

por tudo em minha vida.

Ao orientador,

Prof. Dr. LUÍS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO, minha gratidão por sua atenção, orientação e incentivo.

Ao co-orientador,

Prof. Dr. LUIZ ANDRÉ FREIRE PIMENTA, meu mais profundo reconhecimento pela paciência, confiança e estímulo contínuo.

À Profa. Dra. MÔNICA CAMPOS SERRA, sou grata pelo apoio constante e por descobrir, em você, uma valiosa amiga.

O desafio de concluir uma tese normalmente vem acompanhado por momentos difíceis, nos quais os problemas, as angústias e as incertezas parecem nos dominar. Entretanto, ao vencermos a etapa final, podemos experimentar gratificantes sensações de realização e leveza e percebemos a importância de persistir na luta por um ideal.

Assim, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, ajudaram-me a desenvolver este trabalho, deixo expressados meus agradecimentos.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp, nas pessoas do Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum (Diretor) e Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo (Diretor Associado).

À Profa. Dra. Altair A. Del Bel Cury, coordenadora geral do curso de pós-graduação e à Profa. Dra. Mônica Campos Serra, coordenadora do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica.

À empresa KG SORENSEN, pela doação das pontas diamantadas utilizadas nesta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos, do Departamento de Matemática e Estatística da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, pela indispensável contribuição para a realização da análise estatística.

Aos professores da Área de Dentística, através dos quais, em todos os momentos, pude sempre aprender a aprimorar minha carreira profissional.

Aos funcionários da Área de Dentística: Carol, que, com paciência e eficiência, dispensou-me grande ajuda e Reinaldo, cuja colaboração foi essencial para a realização dos procedimentos de fundição.

À Srta. Helóisa Maria Ceccotti, pelo auxílio e correção das referências bibliográficas.

Aos estagiários da Área de Dentística: Ciza, Anderson e Guto, pelos momentos em que estiveram dispostos a ajudar-me.

A todos os alunos do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica, da Área de Dentística.

Finalmente, aos amigos do curso de pós-graduação: Ana Paula, Cláudia, Dagmar, Fernanda, Lucíola, Marcelo, Paula, Priscila, Ricardo e Rodrigo; embora nossos encontros sejam agora menos freqüentes, as lembranças da nossa união nos momentos de dificuldade e nos de alegria e descontração serviram-me de estímulo para superar mais uma etapa.

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>página</b>
<b>LISTAS</b>	01
I. Tabelas	02
II. Quadros	02
III. Figuras	03
IV. Siglas e Abreviaturas	06
<b>RESUMO</b>	07
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	09
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	12
<b>3. PROPOSIÇÃO</b>	48
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	50
4.1. Materiais	51
4.2. Métodos	51
4.2.1. Delineamento Experimental	51
4.2.2. Seleção dos dentes	52
4.2.3. Grupos experimentais	53
4.2.4. Preparo das raízes	54
4.2.4.1. Preparo intra-radicular para pino pré-fabricado	54
4.2.4.2. Preparo intra-radicular para simular raiz debilitada	56
4.2.5. Preenchimento das raízes debilitadas	58
4.2.5.1. Agente cimentante resinoso	58
4.2.5.2. Cimento de ionômero de vidro modificado por resina	61
4.2.5.3. Resina composta modificada por poliácido	62
4.2.5.4. Resina composta	63
4.2.6. Preparo intra-radicular das raízes preenchidas	64
4.2.7. Cimentação dos pinos pré-fabricados	65
4.2.8. Obtenção dos corpos-de-prova	67
4.2.9. Confeccção de casquetes metálicos	70
4.2.10. Ensaios de resistência à fratura	71
4.2.11. Delineamento estatístico	74
4.2.12. Análise estatística	75
<b>5. RESULTADOS</b>	76
<b>6. DISCUSSÃO</b>	80
<b>7. CONCLUSÕES</b>	92
<b>8. ANEXOS</b>	94
<b>SUMMARY</b>	106
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	108
<b>OBRAS CONSULTADAS</b>	116



## I- TABELAS

página

<b>TABELA 5-1</b>	Resultados da Análise de Variância ( $\alpha=0,05$ ) para o ensaio de resistência à fratura de raízes.	77
<b>TABELA 5-2</b>	Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, apresentando o nível de significância entre as médias dos diferentes tratamentos.	78
<b>TABELA 5-3</b>	Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, apresentando as médias e os desvios padrões para cada grupo experimental.	78

## II- QUADROS

página

<b>QUADRO 4-1</b>	Marca comercial e classificação dos materiais restauradores utilizados no ensaio de resistência à fratura de raízes.	51
<b>QUADRO 8-1</b>	Marca comercial, composição, número de lote e fabricante dos materiais para reconstrução e cimentação utilizados no ensaio de resistência à fratura de raízes.	95
<b>QUADRO 8-2</b>	Resultado do sorteio realizado para distribuir as raízes em hígidas e debilitadas.	97
<b>QUADRO 8-3</b>	Resultado do sorteio realizado para definir quais raízes debilitadas receberiam os materiais: All Bond C&B (C); Vitremer (V), Dyract AP (DY) e Z100 (Z).	97
<b>QUADRO 8-4</b>	Seqüência obtida, através de sorteio, para a realização dos preparos intra-radulares, para o preenchimento das raízes debilitadas, para o preparo intra-radicular das raízes preenchidas e para a cimentação dos pinos pré-fabricados.	98
<b>QUADRO 8-5</b>	Técnicas utilizadas, de acordo com os materiais, para o preenchimento das raízes debilitadas.	99

## III- FIGURAS

página

FIGURA 4-1	Obtenção das medidas dos maiores diâmetros vestibulo-lingual e méso-distal, através de paquímetro: (A) vestibulo-lingual (V-L) e (B) méso-distal (M-D).	52
FIGURA 4-2	Seqüência 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.	55
FIGURA 4-3	Seqüência do desgaste para simular raízes debilitadas: (A) 1º desgaste – até uma profundidade de 9,0 mm, com ponta diamantada esférica nº 1016HL; (B) 2º desgaste – até uma profundidade de 7,0 mm, com ponta diamantada esférica nº 3017HL e (C) 3º desgaste – até uma profundidade de 4,0 mm, com ponta diamantada esférica nº 3018HL.	57
FIGURA 4-4	Seqüência esquemática do preparo do preparo intra-radicular para simular raízes debilitadas.	57
FIGURA 4-5	(A) controle da medida de 0,5 mm de espessura das paredes dentinárias radiculares com espessímetro e (B) controle da profundidade de 4,0 mm com sonda periodontal.	58
FIGURA 4-6	Obtenção de quantidades iguais das pastas Base e Catalisadora do agente cimentante resinoso: (A) seringa de insulina após a remoção da agulha; (B) êmbolo posicionado na marca correspondente a 4,0 mm; (C) colocação da pasta no interior da seringa e (D) porções das pastas proporcionadas e dispensadas em bloco de papel para serem espatuladas.	60
FIGURA 4-7	Adaptação do calibrador de medição para facilitar o preparo para o pino pré-fabricado após a inserção do material de preenchimento.	63

FIGURA 4-8	Ponta diamantada cilíndrica de extremidade plana, com diâmetro igual ao do pino (sem as roscas), utilizada para fazer um ligeiro desgaste no material adesivo, até a profundidade de 9,0 mm, antes da estabilização do pino pré-fabricado RADIX-ANKER.	65
FIGURA 4-9	(A) raiz higida com pino pré-fabricado cimentado e (B) raízes debilitadas preenchidas com diferentes materiais e com pinos pré-fabricados cimentados.	66
FIGURA 4-10	(A) demarcação feita na raiz, correspondente a 3,0 mm a partir da superfície "cervical"; (B) película radiográfica com perfuração na qual a raiz foi posicionada e (C) raiz no interior da perfuração fixada com cera.	67
FIGURA 4-11	(A) raiz posicionada na perfuração de uma tábua com sua porção apical voltada para cima e (B) anel de tubo de PVC fixado com cera sobre a película radiográfica, no interior do qual foi centralizada a raiz.	68
FIGURA 4-12	Esquema da raiz posicionada na perfuração de uma tábua, tendo sua porção apical voltada para cima. Nota-se, ainda, o anel de PVC colocado sobre a película radiográfica e suas margens vedadas com cera, antes da inserção da resina de poliestireno.	69
FIGURA 4-13	Corpo-de-prova – raiz incluída em resina de poliestireno até a profundidade de 11,0 mm de seu comprimento.	69
FIGURA 4-14	Corpo-de-prova – raiz incluída em resina de poliestireno, após a remoção do anel de PVC.	70
FIGURA 4-15	Corpo-de-prova – raiz incluída em resina de poliestireno. No detalhe, casquete metálico, com "nicho", sobre o pino pré-fabricado.	71
FIGURA 4-16	Dispositivo de aço inoxidável utilizado para posicionar os corpos-de-prova em ângulo de 45° em relação ao plano horizontal durante os ensaios de resistência à fratura das raízes.	72

FIGURA 4-17	Esquema do dispositivo metálico com corpo-de-prova posicionado em ângulo de $45^\circ$ em relação ao plano horizontal, fazendo com que o carregamento tangencial de compressão fosse incidido em ângulo de $135^\circ$ em relação ao longo eixo da raiz.	73
FIGURA 4-18	Ângulo de $135,4^\circ$ formado pelo contato entre os incisivos centrais superiores quando em relação oclusal do tipo Classe I, segundo análise ortodôntica (MOYERS <sup>46</sup> ).	73
FIGURA 4-19	Vista lateral da ponta compressora posicionada sobre o casquete metálico durante o ensaio de resistência à fratura com aplicação de carregamento tangencial de compressão em ângulo de $135^\circ$ em relação ao longo eixo da raiz.	74
FIGURA 5-1	Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes de acordo com os grupos experimentais e suas diferenças e semelhanças estatisticamente significantes.	79

## IV- SIGLAS E ABREVIATURAS

Apud	em
Bi-GMA	bisfenol glicidil metacrilato
BPDM	bisfenil dimetacrilato
°C	Graus Celsius
cm	centímetro
et al.	e outros (abreviatura de <i>et alii</i> )
g	grama
HEMA	2 hidroxietil metacrilato
HL	haste longa
kgf	quilograma-força
M-D	mésio-distal
mm	milímetro
mm/min	milímetro por minuto
mw/cm <sup>2</sup>	miliwatts por centímetro quadrado
NTG-GMA	N-toluilglicil glicidil metacrilato
Op. Cit.	na obra citada (abreviatura de <i>Opus citatum</i> )
PENTA	monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato
TEGMA	triétileno glicol dimetacrilato
UDMA	uretano dimetacrilato
V-L	vestíbulo-lingual
µm	micrômetro



A preservação e a restauração de dentes severamente debilitados sem suporte dentinário no terço cervical do canal radicular é um procedimento difícil. A reconstrução dessas raízes possibilitaria tratamentos mais conservadores. Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à fratura de raízes hígidas e debilitadas reconstruídas internamente com diferentes materiais de preenchimento atuando como “dentina artificial” associados a pino intra-radicular. Foram selecionadas 75 raízes de incisivos inferiores bovinos com volumes semelhantes. Dessas, sessenta foram desgastadas internamente até apresentarem dimensões padronizadas, simulando enfraquecimento. As raízes debilitadas foram preenchidas com diferentes adesivos dentinários e materiais restauradores, sendo que em trinta delas os pinos pré-fabricados eram posicionados junto com o material de preenchimento. As demais raízes debilitadas reconstruídas e as hígidas foram preparadas para receber os pinos intra-radulares, posteriormente fixados com o agente cimentante resinoso. Foram obtidos, assim, cinco grupos experimentais: GRUPO 1 – raiz hígida com pino pré-fabricado fixado com agente cimentante resinoso; GRUPO 2 – raiz debilitada preenchida com agente cimentante resinoso associado ao pino pré-fabricado; GRUPO 3 – raiz debilitada preenchida com cimento de ionômero de vidro modificado por resina associado ao pino pré-fabricado; GRUPO 4 – raiz debilitada preenchida com resina composta modificada por poliácido e com posterior fixação do pino pré-fabricado com agente cimentante resinoso e GRUPO 5 – raiz debilitada preenchida com resina composta e com posterior fixação do pino pré-fabricado com agente cimentante resinoso. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência à fratura com aplicação de carregamento tangencial de compressão em um ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz, a uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes em relação à condição da raiz, sendo as hígidas mais resistentes à fratura que as debilitadas. Avaliando o material de preenchimento, as raízes restauradas com o agente cimentante ALL BOND C&B apresentaram os menores valores de resistência à fratura, mostrando diferença estatisticamente significante apenas quando comparado ao VITREMER. Já os materiais VITREMER, DYRACT AP e Z100 exibiram o mesmo comportamento, não havendo, entre eles, diferenças estatisticamente significantes.

**Palavras-Chave:** Adesivos dentinários – Materiais restauradores – Pinos pré-fabricados.

# 1. INTRODUÇÃO

A restauração de dentes tratados endodonticamente é, muitas vezes, um desafio para os cirurgiões-dentistas<sup>75</sup>. Tal fato deve-se aos problemas que esses dentes apresentam e que estão relacionados, principalmente, com a extensa destruição coronária causada por lesões cariosas, traumas, acesso para a realização do tratamento endodôntico e restaurações realizadas anteriormente<sup>2,18,59,62</sup>.

A ausência da maior parte da estrutura coronária pode inviabilizar uma restauração direta<sup>2,7,13,16,59,62,64</sup>. Dessa maneira, desde o século XVIII têm sido sugeridas técnicas para a reconstrução de dentes desvitalizados empregando dispositivos intra-radiculares capazes de promover retenção e suporte para uma restauração indireta<sup>43,59,62</sup>. Seguindo esse princípio, em 1891, HARRIS<sup>20</sup> propôs a confecção de um pino intra-radicular que fazia parte integral da coroa ("pivot"). Posteriormente, os núcleos passaram a ser feitos por meio da fundição de ligas metálicas através de um padrão de cera ou resina acrílica, que apresentava a porção intra-radicular com a mesma conformação do canal<sup>59</sup>. Outra opção é a utilização de pinos pré-fabricados metálicos que são adaptados no canal através de preparo com brocas padronizadas com o tamanho de cada pino<sup>59</sup>. Este, por sua vez, pode ser classificado de acordo com a forma geométrica em paralelo e cônico<sup>7,59,62</sup> e, quanto à configuração da superfície, em liso, serrilhado e rosqueado<sup>7,59,62</sup> ou auto-rosqueável<sup>7,59</sup>.

Embora existam controvérsias a respeito da forma do pino intra-radicular<sup>38</sup>, há afirmações de que pinos de lados paralelos, além de proporcionarem

maior retenção<sup>9,11,59,64,69</sup>, distribuem as forças oclusais igualmente ao longo da raiz, diminuindo os riscos de fratura radicular<sup>9,11</sup>.

Em determinadas situações, a destruição da estrutura dental estende-se para a região interna da raiz, em função de cárie, fratura, remoção de pinos ou núcleos, acesso para o tratamento endodôntico, reabsorção interna ou causas iatrogênicas<sup>29,30,31,32,57</sup>. Como resultado, há uma destruição radicular interna, alargando a luz do canal e deixando a raiz com uma fina espessura de parede de dentina, o que dificulta o procedimento restaurador<sup>6,30,31,32,36,39</sup>. Além disso, a capacidade de resistência à fratura da raiz está diretamente relacionada com a quantidade de tecido dentinário ao redor do pino ou núcleo<sup>2,35,77,78</sup>.

Na tentativa de evitar que essas raízes enfraquecidas sejam extraídas, tem sido indicado o preenchimento do defeito radicular com materiais restauradores, tais como cimentos de ionômero de vidro, resinas compostas e híbridos de cimento de ionômero de vidro/resina composta, no intuito de reforçar e reabilitar, funcional e esteticamente, o elemento dental<sup>6,29,30,31,32,35,36,39</sup>. Assim, é válido pesquisar, dentre esses materiais de preenchimento, qual proporciona melhor resistência ao remanescente dental e qual apresenta maior facilidade de técnica restauradora.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Os métodos indicados para a reabilitação de dentes tratados endodonticamente têm sido muito discutidos, dando ênfase à utilização de núcleos e pinos intra-radulares. Estes são empregados, segundo SILVERSTEIN<sup>61</sup>, 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. Nesse artigo, o autor descreveu uma técnica direta para a confecção de núcleos metálicos fundidos a partir de padrões de resina acrílica e cera.

No ano de 1967, CHRISTY & PIPKO<sup>9</sup>, em um artigo, em que 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; LEHMAN<sup>11</sup>, em 1968, investigaram a capacidade retentiva de pinos intra-radulares de diferentes comprimentos, formas e superfícies, cimentados em raízes de incisivos. Os resultados indicaram claramente que as dimensões do pino influenciaram sua retenção, 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; BERBERT<sup>42</sup>, 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.<sup>70</sup>, 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 & HIRSHFIELD<sup>72</sup> 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'NEAL<sup>67</sup>, 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 policarbonato, 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.

Em 1976, CAPUTO & STANDLEE<sup>7</sup> discutiram por que, quando e como utilizar "píns" 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; BLACKWELL<sup>26</sup>, 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-radiculares 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 TIDMARSH<sup>76</sup>, 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; HANSON<sup>69</sup>, 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. Nesse 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 poliacrilato 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, MILLER<sup>40</sup> 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-RASS<sup>78</sup> afirmaram que pouca atenção era dada à resistência à fratura de dentes que haviam sido tratados endodonticamente e restaurados. Realizaram um estudo, em que 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 & SAKAMURA<sup>25</sup>, 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; SCHNELL<sup>55</sup>, 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 & NICHOLLS<sup>19</sup>, através de um estudo *in vitro* conduzido em 1979, compararam dentes tratados endodonticamente com e sem pinos intra-radulares, com

o objetivo de determinar se estes reforçam as raízes contra fratura. Incisivos centrais e caninos superiores 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, ZMENER<sup>84</sup> 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 impedem 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 ROSS<sup>54</sup>, 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 desse 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.<sup>71</sup>, 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 nessa região, ou seja, na região de menor diâmetro. Já quando as roscas se limitaram 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 & FERBER<sup>1</sup>, em 1982, compararam a retenção de pinos pré-fabricados fixados com cimento de fosfato de zinco e agente cimentante resinoso. 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 agente cimentante resinoso. Para o grupo 3 foi utilizado o cimento de fosfato de zinco para fixar os pinos cônicos e, no grupo 4, o agente cimentante 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 agente cimentante resinoso.

Com o objetivo de analisar a distribuição e a concentração de tensões na dentina, MATTISON<sup>37</sup>, 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 de preenchimento 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.<sup>13</sup>, 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 desse tópico, ainda, ressaltaram que raízes mais longas são mais resistentes e que incisivos centrais restaurados com pinos paralelos são significativamente mais resistentes à fratura durante o impacto.

Visando avaliar a possibilidade do dente bovino ser um substituto do dente humano, em testes que verificam a adesividade de materiais à estrutura dental, NAKAMICHI; IWAKU; FUSAYAMA<sup>48</sup>, em 1983, realizaram uma pesquisa *in vitro*, em que a força adesiva de cinco cimentos dentais e duas resinas compostas foi comparada ao serem utilizados em dentes bovinos e humanos. Embora os valores obtidos pelos dentes bovinos fossem ligeiramente mais baixos, a análise estatística mostrou não haver diferença significativa entre tais dentes. Assim, os autores concluíram que os dentes bovinos podem ser úteis quando usados no lugar dos dentes humanos, já que estes são difíceis de obter-se.

SORENSEN & MARTINOFF<sup>65</sup>, 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 & MARTINOFF<sup>64</sup>, através do mesmo estudo *in vivo*, em que 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 & COONEY<sup>79</sup>, 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 & DEUTSCH<sup>47</sup> 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.<sup>14</sup> 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 esse tipo de pino pré-fabricado foi o mais retentivo e que essa capacidade retentiva torna-se maior, quando o tamanho do pino aumenta.

Em um estudo *in vitro*, conduzido em 1985, TJAN & WHANG<sup>77</sup> 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.<sup>15</sup>,

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.

Segundo TURNER & WILLOUGHBY<sup>81</sup>, em 1985, a retenção de pinos intra-radiculares 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 em que 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.

A capacidade retentiva e a distribuição de tensões também foram estudadas por COONEY; CAPUTO; TRABERT<sup>12</sup>, 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 essa 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.

KÄYSER; LEEMPOEL; SNOEK<sup>28</sup>, 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.

A restauração de dentes tratados endodonticamente foi estudada por TALEGHANI & MORGAN<sup>75</sup>, em 1987. Através de uma revisão de literatura, discutiram o uso de dispositivos intra-radulares para promover suporte a uma restauração e os diferentes materiais utilizados como núcleo coronário na reconstrução de tais dentes. Citaram o cimento de ionômero de vidro reforçado por prata como uma excelente escolha, salientando as vantagens como o coeficiente de expansão térmica linear próximo ao da estrutura dental e a liberação de íons flúor.

Um método para fortalecer a porção cervical de raízes debilitadas foi descrito, através de casos clínicos, por LUI<sup>32</sup> em 1987. Tais defeitos radiculares foram preenchidos com resina composta fotopolimerizável, seguido de preparos para a colocação de pinos intra-radulares. Esse procedimento, segundo o autor, é simples de ser realizado e é indicado para casos em que um meio auxiliar de retenção intracanal é necessário para sustentar uma coroa protética.

No ano de 1989, GREENFELD et al.<sup>17</sup> 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 & FLOOD<sup>22</sup>, 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; ABBASI<sup>4</sup>, 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 3° 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 guta-

-percha em uma extensão de 5,0 mm, e as raízes foram divididas em dois grupos. No grupo I foram feitos preparos intra-radulares com profundidade de 8,0 mm e confeccionados núcleos metálicos fundidos. Para o grupo II, os mesmos preparos intra-radulares 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.

Através de um estudo *in vitro*, TAGAMI et al.<sup>74</sup>, em 1989, avaliaram a permeabilidade do tecido dentinário de incisivos bovinos por meio da medição da capilaridade em discos de dentina coronária e radicular. Ainda verificaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a quantidade e o diâmetro de túbulos dentinários. Concluíram que a dentina bovina tem propriedades de permeabilidade similares às da dentina radicular humana, pois a densidade e o diâmetro dos túbulos também são similares.

ROBBINS<sup>53</sup>, 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 intra-radicular, 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 & ELGELMAN<sup>63</sup> 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 & TRONSTAD<sup>80</sup>, 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 comparados aos restaurados com resina composta. Concluíram que, sob as condições desse 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 & KESSLER<sup>59</sup>, 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, GUTMANN<sup>18</sup> ressaltou a importância do conhecimento da anatomia e biologia da dentina radicular durante os procedimentos endodônticos e restauradores. Afirmou que a dentina de dentes desvitalizados sofre alterações estruturais, tornando-se mais enfraquecida e menos flexível. Além disso, a instrumentação endodôntica associada ao preparo intra-radicular desgastam e debilitam o remanescente dental, deixando-o mais susceptível à fratura.

HUANG; SCHILDER; NATHANSON<sup>21</sup>, 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 desse 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 despulpados podem não ser as mesmas dos dentes vitais.

Em uma revisão de literatura feita em 1992, SIVERS & JOHNSON<sup>62</sup> 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-radiculares reforçam a estrutura dental, citando que a função destes é promover retenção a um núcleo coronário. O prognóstico do tratamento, segundo esses pesquisadores, é dependente do sucesso do procedimento endodôntico, da presença de suporte periodontal sadio e de uma adequada restauração.

O estudo *in vitro* de SEDGLEY & MESSER<sup>58</sup>, em 1992, comparou as propriedades biomecânicas como tenacidade, dureza, resistência ao impacto e resistência à fratura de 23 dentes tratados endodonticamente com as propriedades de seus pares contralaterais vitais. A análise dos resultados mostrou que os dentes despulpados têm propriedades biomecânicas similares às dos seus pares vitais, indicando que não são mais frágeis devido ao tratamento endodôntico. Sugerem que não é a perda de nutrientes do dente desvitalizado que conduz à fratura, mas sim a perda acumulativa de tecido dental devido à cárie, trauma e procedimentos endodônticos e restauradores.

Ainda nesse mesmo ano, BUCK; MARTINS; SARTINI FILHO<sup>6</sup> sugeriram a utilização do cimento de ionômero de vidro para preencher o canal radicular, atuando como "dentina artificial" e possibilitando a manutenção de raízes que estariam condenadas à exodontia. Após a remoção do tecido cariado, o material preencheria toda a região interna do canal e, posteriormente, seria realizado o preparo intra-radicular para a confecção do núcleo metálico fundido. Ressaltaram que, por se tratar de técnica conservadora, porém recente, seriam necessários experimentos laboratoriais e clínicos para sua utilização como rotina clínica.

LUI<sup>30</sup>, 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 em que 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 & STEIN<sup>41</sup>, 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 RYTHER et al.<sup>56</sup>, 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 & STANNARD<sup>66</sup> 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 méso-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 desse 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 & CAPUTO<sup>68</sup>, 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-radiculares 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 roscas 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.

Em 1993, ASSIF et al.<sup>3</sup> 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-radulares. 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 preserve a maior quantidade de estrutura dental e possibilite 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 LINDE<sup>29</sup>, 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.

MORGANO & MILOT<sup>44</sup>, no ano de 1993, afirmaram que o assunto sobre pinos intra-radulares, utilizados em dentes tratados endodonticamente, tem recebido bastante atenção na literatura, mas que há poucas pesquisas realizadas *in vitro* e que as informações de alguns estudos são contraditórias. Discutiram, através de uma revisão de literatura, as indicações de núcleos e pinos, os procedimentos clínicos e laboratoriais e os fatores que podem levar ao fracasso do tratamento.

A avaliação do comportamento de pinos intra-radulares e núcleos coronários de amálgama ou resina composta, quando sujeitos a cargas mecânicas cíclicas, foi feita por HUYSMANS et al.<sup>23</sup>, em 1993. Observaram que o uso do amálgama para a confecção do núcleo sobre o pino intracanal pode aumentar o risco de fratura radicular.

Em 1993, PHILLIPS<sup>51</sup> publicou a nona edição de seu livro, apresentando os novos sistemas de materiais odontológicos, assim como o avanço em suas formulações e as mudanças que ocorreram em sua prática clínica. Ressaltou a importância de entender a racionalidade da seleção de um material em particular ou de um procedimento técnico.

O objetivo do estudo *in vitro* conduzido por COHEN et al.<sup>10</sup>, 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 LUI<sup>31</sup>, 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 desse 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 & GORFIL<sup>2</sup> 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.

O propósito principal do estudo de EL-MOWAFY & MILENKOVIC<sup>16</sup>, no ano de 1994, foi verificar a capacidade retentiva de pinos intra-radiculares pré-fabricados estabilizados com seis diferentes sistemas de cimentação adesiva comparados ao cimento de fosfato de zinco. Raízes de 42 dentes, entre caninos e pré-molares, foram

instrumentadas até a profundidade de 8,0 mm para receber os pinos. Após a cimentação, os pinos foram submetidos a forças de tracionamento até que ocorressem suas separações das respectivas raízes. Como relevância clínica dessa investigação, ressaltaram que os pinos pré-fabricados fixados com dois determinados cimentos resinosos necessitaram de maior força de tração para serem deslocados em relação aos pinos cimentados com cimento de fosfato de zinco.

MENDOZA & EAKLE<sup>38</sup>, ainda nesse ano, avaliaram a retenção de pinos pré-fabricados fixados com três diferentes cimentos resinosos e com um cimento de ionômero de vidro convencional. As raízes de sessenta caninos superiores foram preparadas para receber os pinos e, após a cimentação dos mesmos, foram incluídas em blocos de resina acrílica. Depois da análise das forças necessárias para deslocar os pinos, concluíram que, entre os cimentos utilizados, o cimento de ionômero de vidro convencional foi igualmente ou até mais retentivo que dois dos cimentos resinosos.

A extensa revisão de literatura, conduzida por SIDHU & WATSON<sup>60</sup>, em 1995, refere-se aos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina composta. Os autores descreveram esses materiais como híbridos de cimento de ionômero de vidro convencional com pequena adição de componente resinoso fotopolimerizável. Ressaltaram vantagens como melhor adesão à estrutura dental, estética, liberação de íons flúor e rápido endurecimento por luz visível.

Considerações teóricas a respeito de diferentes tipos de materiais utilizados para a cimentação permanente de restaurações foram feitas por ZEGHBROECH<sup>63</sup>, em 1995. Segundo o autor, o cimento ideal deveria ser capaz de resistir às condições orais ao longo do tempo. Descreveu, ainda, os recentes

desenvolvimentos que estão encorajando muitos dentistas a experimentar novos materiais.

MANNING et al.<sup>33</sup>, em 1995, expuseram conceitos teóricos básicos para a restauração de dentes tratados endodonticamente, 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.<sup>34</sup> 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.<sup>24</sup>, em 1995, verificaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com ou sem pinos intracanaís. Selecionaram, para esse 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 línguo-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 as áreas da aplicação do carregamento tangencial de compressão, sendo menos resistentes aqueles nos quais esse carregamento foi direcionado próximo à margem 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 MARTINS<sup>36</sup>, em 1995. Núcleos metálicos fundidos foram cimentados em raízes, nas seguintes condições: controle positivo – raízes hígidas 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.

A fim de avaliar o comportamento de diferentes sistemas adesivos em relação à microinfiltração, REEVES et al.<sup>52</sup>, em 1995, usaram dentes humanos e bovinos, comparando-os. Sessenta preparos cavitários do tipo Classe V foram realizados na junção cimento/esmalte, sendo trinta em dentes humanos e trinta em dentes bovinos. Os dentes foram agrupados de acordo com o sistema adesivo utilizado. Após os testes e análise dos resultados, observaram que nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os comportamentos das duas espécies de dentes, sendo que os bovinos podem ser indicados como substitutos dos dentes humanos para a realização de pesquisas *in vitro* que estudam microinfiltração.

KAHN et al.<sup>27</sup>, 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, sendo o carregamento tangencial de compressão 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, MORGANO<sup>43</sup> 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.

A pesquisa de PATEL & GUTTERIDGE<sup>50</sup>, no ano de 1996, foi realizada para investigar o efeito da manutenção de tecido dentinário coronário na resistência à fratura de dentes com núcleos metálicos fundidos cimentados ao serem submetidos à carga compressiva. Os resultados demonstraram que a conservação de estrutura dentinária coronária na região vestibular e lingual ou apenas lingual, juntamente ao núcleo fundido, não alterou a resistência à fratura dos dentes, quando comparados àqueles sem a preservação de tal tecido dentinário.

A validade do reforço de raízes comprometidas devido à grande perda de estrutura dentinária também foi pesquisada por SAUPE; GLUSKIN; RADKE JR.<sup>57</sup>, em 1996. Quarenta dentes unirradiculares foram selecionados para o estudo e tiveram suas raízes separadas das coroas. Para simular a extensa destruição estrutural, os canais foram preparados através da remoção de tecido dentinário, deixando, até a profundidade de

8,0 mm de cada raiz, paredes com 0,5 a 0,75 mm de espessura. Metade dos espécimes foi preenchida com resina composta seguido do preparo intra-radicular e da cimentação de núcleos metálicos fundidos com agente cimentante resinoso. As demais raízes debilitadas receberam apenas núcleos metálicos abrangendo todo o diâmetro do canal, também fixados com agente cimentante resinoso. Após o ensaio de resistência à compressão e análise dos resultados obtidos, verificaram que as raízes reconstruídas com resina composta foram cerca de 50% mais resistentes à fratura que as raízes que possuíam apenas os núcleos metálicos preenchendo os canais.

A segunda edição do *Atlas de Cimentos de Ionômero de Vidro*, publicada por MOUNT<sup>45</sup>, em 1996, traz a descrição dos cimentos de ionômero de vidro e orientações para o clínico e auxiliares odontológicos. Além disso, discute os novos híbridos de cimento de ionômero de vidro/resina composta e as modificações nas técnicas clínicas.

O objetivo de MENDOZA et al.<sup>39</sup>, no ano seguinte, foi verificar a capacidade de pinos pré-fabricados, associados a materiais adesivos, de reforçar dentes estruturalmente debilitados e torná-los resistentes à fratura. Obtiveram quarenta raízes de caninos, distribuídas em quatro grupos. O terço cervical de todos os canais foi alargado para simular o enfraquecimento das raízes. Pinos pré-fabricados de lados paralelos foram fixados com três diferentes cimentos resinosos e com cimento de fosfato de zinco, como controle. Sobre os pinos foi aplicada carga compressiva até a fratura radicular. Foi concluído que o uso de cimentos resinosos pode proporcionar melhor resistência à fratura de raízes debilitadas.

UTTER; WONG; MILLER<sup>32</sup>, em 1997, estudaram o efeito dos procedimentos de cimentação na retenção de pinos pré-fabricados. Os materiais

utilizados para fixar os pinos foram o cimento de fosfato de zinco associado ou não à técnica de condicionamento ácido da superfície dentinária e o agente cimentante resinoso, sempre após o ataque ácido da dentina. Após a termociclagem, os espécimes foram submetidos à força de tração. Observaram que os pinos cimentados com o material resinoso foram significativamente mais resistentes à tração do que os pinos fixados com o cimento de fosfato de zinco e que o condicionamento ácido, antes da utilização desse, não aumentou a sua capacidade de suportar as forças de tracionamento.

A avaliação da 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, foi o propósito do estudo de MARCHI<sup>35</sup>, em 1997. Raízes de incisivos centrais e caninos superiores foram selecionadas e divididas de acordo com seus volumes. Metade dessas, ou seja, 38 raízes, foram desgastadas internamente até apresentarem dimensões padronizadas. 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. Após os testes de resistência à fratura e análise estatística dos resultados obtidos, foi concluído que: a espessura de tecido dentinário remanescente ao redor do pino ou núcleo intra-radicular 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 que núcleos metálicos fundidos cônicos de superfície lisa; a resina composta não foi capaz de recuperar a capacidade dental de resistência à fratura.

NAVARRO & PASCOTTO<sup>49</sup>, em 1998, descreveram, em seu livro, as indicações, contra-indicações e cuidados técnicos da manipulação dos cimentos de ionômero de vidro. Além disso, abordaram as propriedades físicas, químicas e mecânicas do material, sua evolução histórica e as formas de apresentação comercial.

Ainda em 1998, CHRISTENSEN<sup>8</sup> afirmou que a técnica restauradora que associa a colocação de pinos no interior da raiz aos núcleos de resina composta tem sido muito utilizada. Citou que tais dispositivos intra-radulares são facilmente posicionados, resistentes, relativamente mais baratos e envolvem um menor tempo de procedimento clínico, quando comparados aos núcleos metálicos fundidos.

O estudo de STOCKTON; LAVELLE; SUZUKI<sup>73</sup>, em 1998, ressaltou a necessidade de reavaliar-se a utilização de pinos intra-radulares na restauração de dentes tratados endodonticamente e de melhor definir os critérios para a indicação destes. Discutiram problemas como o enfraquecimento do dente devido à remoção de estrutura dental durante o preparo intracanal e o risco de perfurações radulares. Afirmaram que a prática exagerada, que emprega esses pinos, ignora esses riscos e as propriedades dos modernos materiais adesivos, que podem ser usados para a reconstrução dos dentes desvitalizados.

### 3. PROPOSIÇÃO

O propósito deste estudo foi avaliar a resistência à fratura de raízes de dentes bovinos anteriores e inferiores, debilitadas, reconstruídas morfológicamente com diferentes materiais de preenchimento, ou hígdas, ambas associadas a pino intra-radicular pré-fabricado. Ao mesmo tempo, verificar quais técnicas restauradoras apresentam maior facilidade clínica.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.2. MÉTODOS**

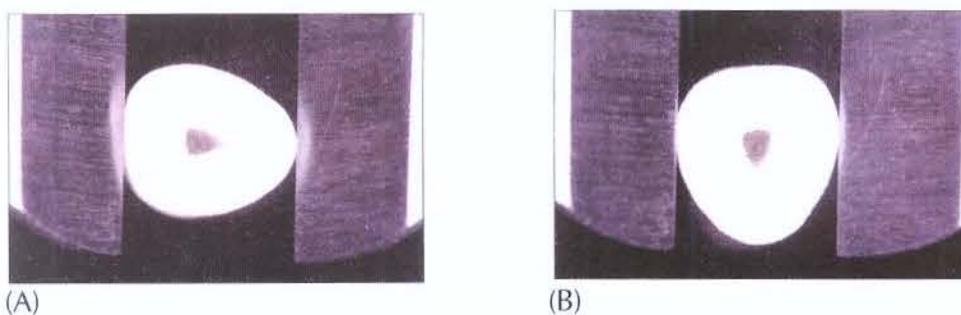
#### **4.2.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

#### 4.2.2. SELEÇÃO DOS DENTES

Foram selecionados incisivos inferiores bovinos mantidos em formol a 2% (pH 7,0) após terem sido coletados.

Os dentes foram raspados com curetas periodontais<sup>◇</sup> e limpos com jatos de bicarbonato de sódio e água<sup>•</sup>. Após a limpeza, as raízes foram cortadas com discos diamantados dupla face<sup>◊</sup>, refrigerados com *spray* ar/água, sendo que o comprimento de cada raiz foi padronizado em 14,0 mm, medida conferida por meio de um paquímetro<sup>†</sup>. A substituição do disco diamantado foi feita a cada quinze dentes.

Foram escolhidas 75 raízes que apresentavam dimensões semelhantes, a fim de que a quantidade de parede radicular remanescente não interferisse nos resultados. Para isso, foram obtidas as medidas dos maiores diâmetros vestibulo-lingual (V-L) e méso-distal (M-D) das raízes, através do paquímetro (fig. 4-1, A e B). Dessa maneira, com essas medidas, foi obtido um valor médio para cada raiz (Valor médio =  $(V-L + M-D) / 2$ )<sup>35</sup>.



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

<sup>◇</sup>Dental Duflex Ltda.

<sup>•</sup>Profi II, Dabi Atlante S.A. Ind. e Com. Ltda.

<sup>◊</sup>Horico, Germany

<sup>†</sup>MAUb

Após esses procedimentos, as raízes passaram a ser armazenadas em solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9%.

#### 4.2.3. GRUPOS EXPERIMENTAIS

As raízes íntegras foram distribuídas, aleatoriamente, através de sorteio (Quadro 8-2 – Anexo II), determinando quais permaneceriam híginas e quais simulariam raízes clinicamente enfraquecidas.

Um segundo sorteio foi realizado para distribuir as raízes debilitadas de acordo com o material de preenchimento (Quadro 8-3 – Anexo II). Dessa maneira, foram obtidos cinco grupos experimentais com quinze amostras cada, apresentados a seguir:

**GRUPO 1 – CONTROLE** – raiz hígina com pino pré-fabricado fixado com agente cimentante resinoso;

**GRUPO 2** – raiz debilitada preenchida com agente cimentante resinoso associado ao pino pré-fabricado;

**GRUPO 3** – raiz debilitada preenchida com cimento de ionômero de vidro modificado por resina associado ao pino pré-fabricado;

**GRUPO 4** – raiz debilitada preenchida com resina composta modificada por poliácido e com posterior fixação do pino pré-fabricado com agente cimentante resinoso;

**GRUPO 5** – raiz debilitada preenchida com resina composta e com posterior fixação do pino pré-fabricado com agente cimentante resinoso.

#### 4.2.4. PREPARO DAS RAÍZES

Foram realizados dois diferentes preparos internos das raízes – preparo para pino pré-fabricado e preparo para simular raiz debilitada.

Esses desgastes intra-radulares foram feitos segundo uma seqüência aleatorizada através de sorteio (Quadro 8-4 – Anexo III).

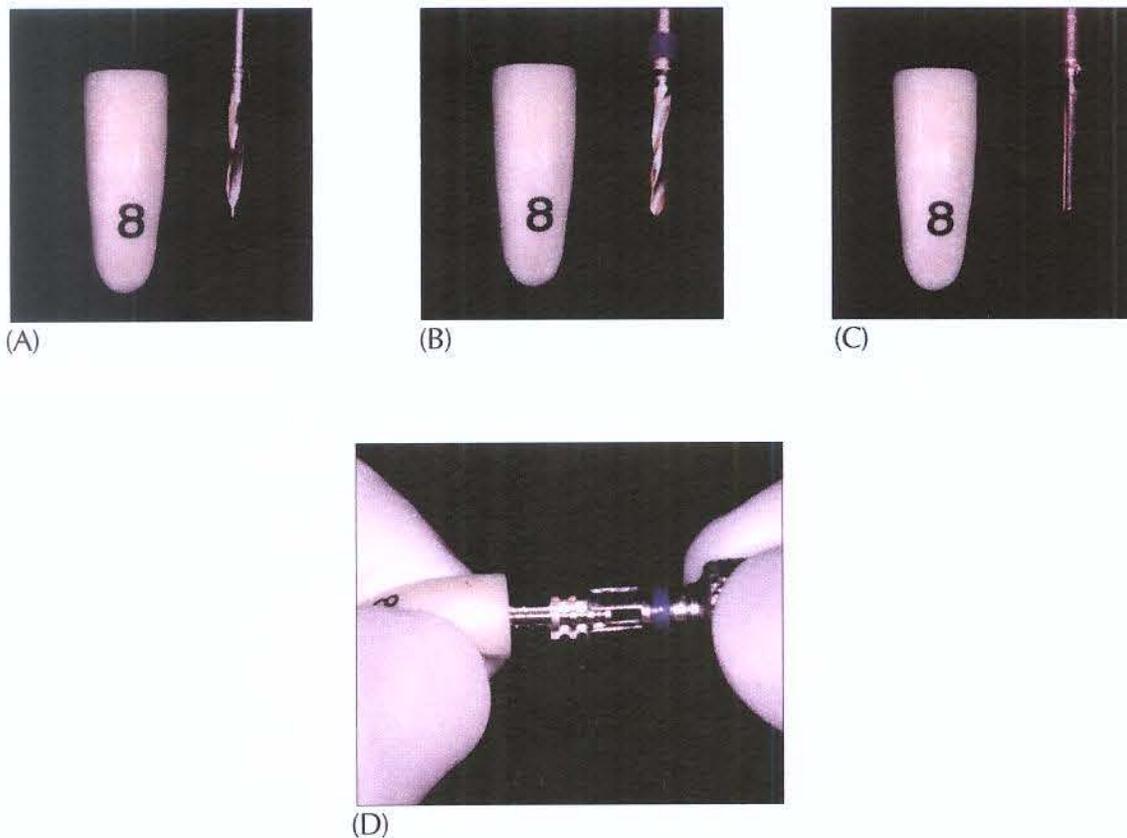
##### 4.2.4.1. Preparo intra-radicular para pino pré-fabricado

O pino pré-fabricado selecionado foi o RADIX-ANKER<sup>®</sup> nº 3, e os preparos intra-radulares foram conduzidos de acordo com as instruções do fabricante e através das brocas e dispositivos que acompanham o sistema.

Quinze raízes foram preparadas em baixa rotação<sup>▲</sup>, sob refrigeração ar/água, sendo a abertura e alargamento inicial do canal feitos com a broca de penetração até que o anel limitador de profundidade coincidisse com a superfície “cervical” da raiz (fig.4-2, A). A seguir, foi realizado o alargamento definitivo do canal com a broca espiral (fig.4-2, B), e a profundidade e o diâmetro do canal foram controlados com o calibrador de medição (fig.4-2, C). Finalmente, foi confeccionada a rosca através do próprio pino pré-fabricado mediante encaixe de sua porção coronária na chave tubular (fig.4-2, D).

<sup>®</sup>Maillefer Instruments S.A.

<sup>▲</sup>Dabi Atlante S.A. Ind. e Com.



**Fig. 4-2:** Seqüência 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.

A fim de não induzir tensões na raiz, durante a confecção das roscas, a cada volta completa do pino foi retrocedida meia-volta<sup>71</sup>. Além disso, quando o pino alcançava a metade do preparo, era retirado, e as raspas de dentina presentes no interior do canal e entre as roscas do pino, removidas através de jatos de ar e água.

#### 4.2.4.2. Preparo intra-radicular para simular raiz debilitada

Para que as raízes apresentassem dimensões internas padronizadas foi feito um preparo em baixa-rotação e sob refrigeração do *spray* ar/água, como descrito a seguir.

Inicialmente, foi feito um desgaste até a profundidade de 9,0 mm do canal com uma ponta diamantada esférica nº 1016HL\* (fig.4-3, A e fig.4-4). Um segundo desgaste foi realizado com ponta diamantada esférica nº 3017HL\*, atingindo a profundidade de 7,0 mm do canal (fig.4-3, B e fig.4-4). Por último, com uma ponta diamantada esférica nº 3018HL\*, foi preparado o terço “cervical” do canal até a profundidade de 4,0 mm, deixando paredes dentárias remanescentes com 0,5 mm de espessura (fig.4-3, C e fig.4-4).

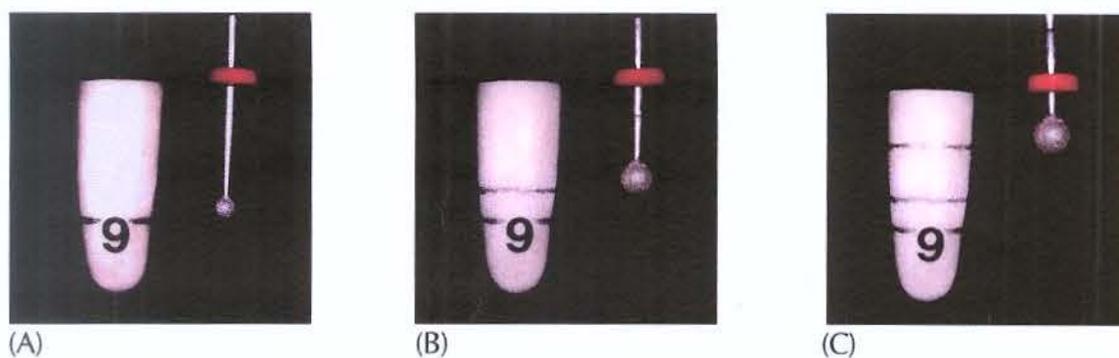
As medidas de 9,0 e 7,0 mm foram controladas através da colocação de um *stop* de borracha<sup>Ⓜ</sup> na haste de cada ponta diamantada. O controle da espessura de 0,5 mm e da profundidade de 4,0 mm, durante o último desgaste, foi feito com espessímetro<sup>□</sup> (fig.4-5, A) e sonda periodontal<sup>◇</sup> (fig.4-5, B), respectivamente.

\*K.G. Sorensen Ind. e Com. Ltda.

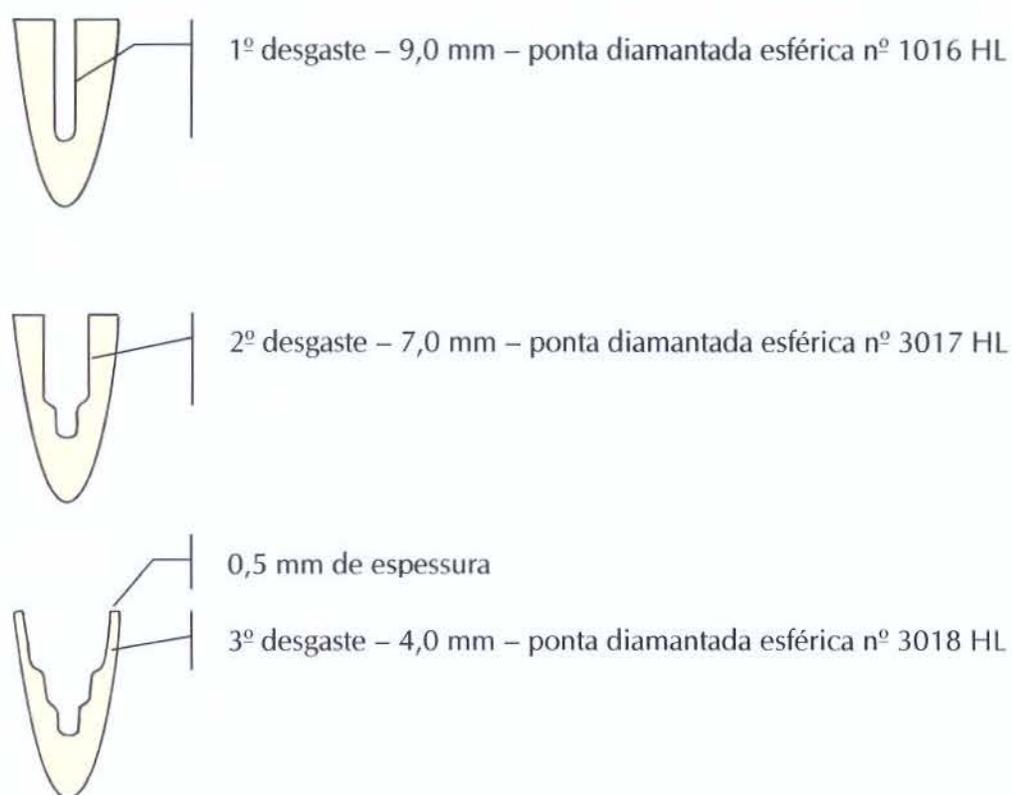
ⓂMaillefer Instruments S.A.

□Bio-Art Equip. Odontológicos Ltda.

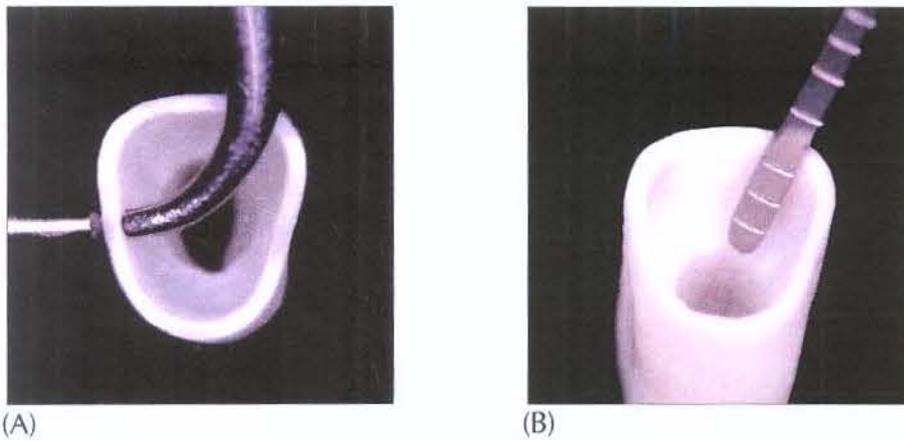
◇Dental Duflex Ltda.



**Fig. 4-3:** Seqüência do desgaste para simular raízes debilitadas: (A) 1º desgaste – até uma profundidade de 9,0 mm, com ponta diamantada esférica nº 1016HL; (B) 2º desgaste – até uma profundidade de 7,0 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. 4-4:** Seqüência esquemática do preparo intra-radicular para simular raízes debilitadas.



**Fig. 4-5:** (A) controle da medida de 0,5 mm de espessura das paredes dentinárias radiculares com espessímetro e (B) controle da profundidade de 4,0 mm com sonda periodontal.

#### 4.2.5. PREENCHIMENTO DAS RAÍZES DEBILITADAS

A fim de casualização, o preenchimento das raízes foi realizado de acordo com a mesma seqüência dos preparos (Quadro 8-4 – Anexo III).

As técnicas utilizadas para esse procedimento estão descritas a seguir e no Quadro 8-5 do Anexo IV.

##### 4.2.5.1. Agente cimentante resinoso

Anteriormente ao preenchimento de quinze raízes debilitadas com o agente cimentante resinoso, o interior das mesmas foi preparado com o sistema adesivo ALL BOND 2<sup>®</sup>, conforme as recomendações do seu fabricante.

<sup>®</sup>Bisco, Inc.

O condicionamento das paredes internas das raízes foi realizado com ácido fosfórico a 32% durante quinze segundos. Após esse tempo, foi feito o enxágüe durante quinze segundos e a secagem com pontas de papel absorvente<sup>#</sup>. A seguir, foi aplicada a mistura das soluções *Primer A* e *B* no canal, em duas camadas consecutivas, utilizando um pincel descartável, e a mesma foi secada com suaves jatos de ar por cinco segundos. A aplicação do *Adesivo* também foi feita com pincel descartável.

Para avaliar uma possível técnica que apresente maior facilidade e menor tempo de trabalho para a reconstrução morfológica de raízes enfraquecidas, o agente cimentante foi inserido no canal radicular em uma única porção, seguido da imediata colocação do pino pré-fabricado antes da polimerização do material. Dessa maneira, após o preparo do interior da raiz com o sistema adesivo, foram aplicadas duas camadas do *Primer B* sobre a superfície radicular do pino pré-fabricado e secadas com jatos de ar.

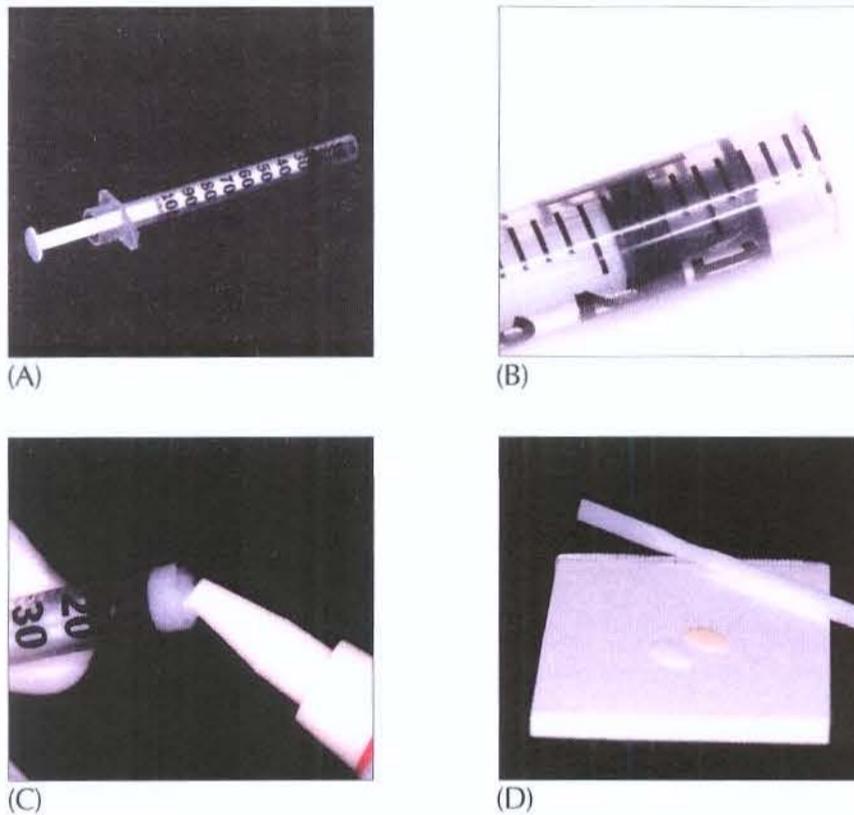
Com a finalidade de padronizar o volume das pastas *Base* e *Catalisadora* do agente cimentante resinoso a serem misturadas, evitando variações de proporcionamento, foram obtidas medidas determinadas a partir de seringas de insulina, uma para cada pasta, da maneira descrita a seguir. As agulhas das seringas foram removidas (fig.4-6, A) a fim de deixar um espaço para que as pastas fossem introduzidas. Em seguida, antes de cada reconstrução radicular, os êmbolos das seringas foram colocados nas marcas correspondentes a 4,0 mm (fig.4-6, B) e os espaços gerados foram preenchidos pelas pastas (fig.4-6, C). Cada porção pesava 0,16 g, medida obtida em balança analítica<sup>º</sup> e verificada como suficiente, através de testes preliminares, para preencher toda a raiz. As porções proporcionadas foram dispensadas (fig.4-6, D) e espatuladas em blocos de papel, fornecidos pelo fabricante.

---

<sup>º</sup>A & D Company

<sup>#</sup>Tanariman, Industrial Ltda.

O agente cimentante resinoso foi levado ao interior da raiz rapidamente através da seringa CENTRIX<sup>\*</sup> com ponta descartável de extremidade metálica<sup>\*</sup>, preenchendo-a totalmente. Imediatamente, o pino foi posicionado e mantido em posição, enquanto alguns excessos foram removidos antes que o material polimerizasse.



**Fig.4-6:** Obtenção de quantidades iguais das pastas *Base* e *Catalisadora* do agente cimentante resinoso: (A) seringa de insulina após a remoção da agulha; (B) êmbolo posicionado na marca correspondente a 4,0 mm; (C) colocação da pasta no interior da seringa e (D) porções das pastas proporcionadas e dispensadas em bloco de papel para serem espatuladas.

\*DFL Ind. e Com. Ltda.

#### 4.2.5.2. Cimento de ionômero de vidro modificado por resina

Para o preenchimento de cada uma das quinze raízes, o material VITREMER foi manipulado de acordo com as orientações do seu fabricante.

Após a lavagem do interior da raiz com *spray* ar/água, o mesmo foi secado com pontas de papel absorvente. Em seguida, foi aplicado o *Primer*, que acompanha o conjunto do material, durante trinta segundos, em toda a superfície dentinária, usando um pincel descartável. Essa solução foi secada suavemente por quinze segundos e fotopolimerizada durante vinte segundos.

Assim como para o agente cimentante resinoso, o cimento de ionômero de vidro modificado por resina foi inserido na raiz em uma única porção, seguido do imediato posicionamento do pino pré-fabricado, antes da fotopolimerização do material.

Desse modo, duas medidas de pó e duas gotas do líquido foram dispensadas sobre o bloco de papel pertencente ao conjunto e espatuladas por 45 segundos. O cimento foi inserido através da seringa CENTRIX, com ponta descartável com extremidade de 0,5 mm de diâmetro<sup>\*</sup>, preenchendo completamente a raiz debilitada. Imediatamente, o pino foi posicionado e, após a remoção dos excessos mais grosseiros, a fotopolimerização do material foi realizada, através de uma fonte de luz com lâmpada halógena ( 500 mW/cm<sup>2</sup>)<sup>†</sup>, durante quarenta segundos. A seguir, o mesmo foi protegido superficialmente com a solução *Finishing Gloss*, fotopolimerizada por vinte segundos.

---

<sup>\*</sup>DFL Ind. e Com. Ltda.

<sup>†</sup>3M XL 3000

#### 4.2.5.3. Resina composta modificada por poliácido

O sistema adesivo associado ao material DYRACT AP foi o PRIME & BOND 2.1<sup>♦</sup>. Ambos foram usados, seguindo as recomendações técnicas do fabricante, para preencher quinze raízes.

Depois da lavagem do interior da raiz com *spray* ar/água e secagem com pontas de papel absorvente, foi realizada a aplicação da primeira camada do PRIME & BOND 2.1, com pincel descartável, sobre toda a superfície, sendo aguardados trinta segundos. A seguir, foram removidos os excessos de solvente, com ar, durante três segundos e a primeira camada foi fotopolimerizada por dez segundos. Uma segunda camada de adesivo foi aplicada, secada por cinco segundos e fotopolimerizada por dez segundos.

Em seguida, o calibrador de medição que acompanha o sistema do pino pré-fabricado e que apresenta as mesmas dimensões desse, sem o espiral, com uma fina camada de vaselina sólida aplicada sobre sua superfície, foi posicionado no canal durante o preenchimento desse com a resina composta modificada por poliácido (fig.4-7). Esse procedimento teve como finalidade obter um espaço para orientar o preparo intra-radicular do pino RADIX-ANKER que seria realizado posteriormente.

Logo depois, o material, apresentado em cápsulas, foi inserido, através de seringa própria, em camadas de aproximadamente 1,5 mm (medida conferida com sonda periodontal) ao redor do pino. Cada camada foi fotopolimerizada durante quarenta segundos, até preencher toda a raiz.

---

<sup>♦</sup>Dentsply De Trey GmbH



**Fig. 4-7:** Adaptação do calibrador de medição para facilitar o preparo para o pino pré-fabricado após a inserção do material de preenchimento.

#### 4.2.5.4. Resina composta

O sistema adesivo usado na superfície interna da raiz foi o SCOTCHBOND MULTIPURPOSE PLUS<sup>®</sup>, seguindo as recomendações do fabricante.

O condicionamento da dentina foi feito com ácido fosfórico a 35%, aplicado com seringa e ponta descartável durante quinze segundos. Logo após, o interior da raiz foi lavado por quinze segundos e secado com pontas de papel absorvente para não desidratar a dentina.

Seguindo a técnica de polimerização *dual* (químico-física), foi utilizado o *Ativador*, aplicado com pincel descartável em toda a superfície condicionada e, o mesmo, foi secado durante cinco segundos. A solução *Primer* foi sobreposta com pincel descartável e secada levemente por cinco segundos, logo a seguir. Por último, a aplicação do *Catalisador* também foi realizada com um pincel descartável.

<sup>®</sup>3M do Brasil Ltda.

Após a colocação do calibrador de medição no canal, da mesma maneira como no preenchimento das raízes com a resina composta modificada por poliácido, a resina composta Z100 foi introduzida em camadas de aproximadamente 1,5 mm (medida conferida com sonda periodontal), ao redor do pino, que foram fotopolimerizadas durante quarenta segundos. Para essa condição experimental foram preparadas quinze raízes.

#### **4.2.6. PREPARO INTRA-RADICULAR DAS RAÍZES PREENCHIDAS**

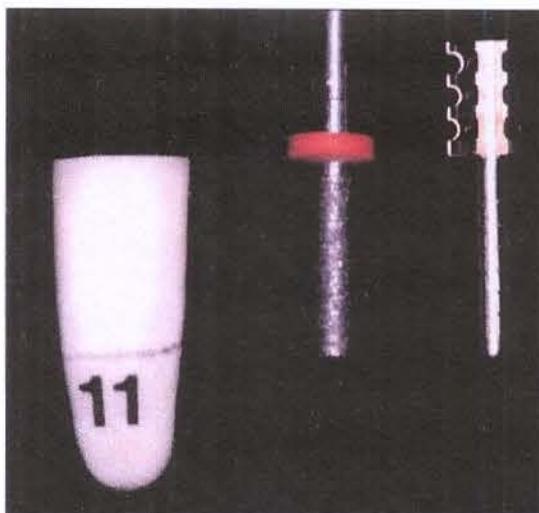
Nos grupos cujas raízes foram preenchidas pelos materiais ALL BOND C&B e VITREMER, os pinos pré-fabricados foram posicionados imediatamente após a inserção do material adesivo e antes da polimerização deste. Porém, para as raízes preenchidas com os materiais Z100 e DYRACT AP, houve a necessidade da realização de um preparo intra-radicular para que as mesmas recebessem os pinos RADIX-ANKER.

Para isso, a fim de que o pino escolhido pudesse ser rosqueado sem gerar tensões, que poderiam fraturar o material de preenchimento ou até mesmo a raiz, foi realizado um ligeiro desgaste interno, sob refrigeração ar/água, em baixa-rotação, com ponta diamantada cilíndrica de extremidade plana nº 3100\*, até a profundidade de 9,0 mm ( comprimento do pino ). Essa ponta foi escolhida por apresentar o diâmetro da ponta ativa igual ao diâmetro do pino, sem as roscas (fig.4-8).

Após esse preparo, o pino foi inserido cuidadosamente com movimentos giratórios e, depois, removido.

Os preparos intra-radulares das raízes reconstruídas também acompanharam a seqüência determinada por sorteio (Quadro 8-4 do Anexo III).

\*K.G. Sorensen Ind. e Com. Ltda.



**Fig. 4-8:** Ponta diamantada cilíndrica de extremidade plana, com diâmetro igual ao do pino (sem as roscas), utilizada para fazer um ligeiro desgaste no material adesivo, até a profundidade de 9,0 mm, antes da estabilização do pino pré-fabricado RADIX-ANKER.

#### 4.2.7. CIMENTAÇÃO DOS PINOS PRÉ-FABRICADOS

Novamente, a seqüência utilizada para a realização desse procedimento foi a definida pelo sorteio apresentado no Quadro 8-4 do Anexo III.

Os pinos foram cimentados com o ALL BOND C&B, utilizado juntamente com o sistema adesivo ALL BOND 2, de acordo com as recomendações do fabricante.

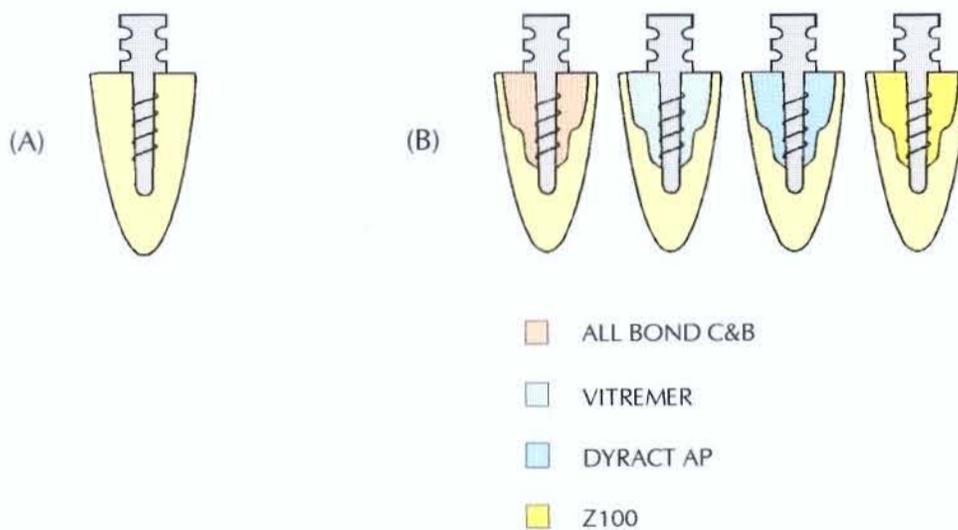
Em primeiro lugar, as paredes internas das raízes, hígidas e preenchidas, foram condicionadas com ácido fosfórico a 32% durante quinze segundos. Em seguida, foram lavadas, por mais quinze segundos e secadas com pontas de papel absorvente. Posteriormente, foram aplicadas, através de pincéis descartáveis – *applicator tips*<sup>♦</sup>, duas

<sup>♦</sup>Dentsply De Trey GmbH

camadas consecutivas da mistura *Primer A* e *B*, secada durante cinco segundos, com o ar da seringa tríplice. O *Adesivo (Pre-Bond Resin)* foi aplicado em fina camada. O pino pré-fabricado também foi coberto com duas camadas do *Primer B*, secadas com jatos de ar, suavemente.

A seguir, quantidades iguais das pastas *Base* e *Catalisadora*, obtidas da mesma maneira como para preenchimento das raízes debilitadas com esse material, ou seja, através das seringas de insulina (item 4.2.4.1.), foram misturadas e aplicadas sobre o pino. Este foi inserido no canal imediatamente, permitindo a autopolimerização do cimento. Os excessos de material foram removidos antes de sua completa polimerização.

Após a cimentação (fig.4-9, A e B), as raízes foram mantidas em estufa<sup>††</sup> a 37°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ), em ambiente úmido, até que fossem embutidas em resina de poliestireno<sup>\*</sup>.



**Fig. 4-9:** (A) raiz hígida com pino pré-fabricado cimentado e (B) raízes debilitadas preenchidas com diferentes materiais e com pino pré-fabricado cimentado.

<sup>††</sup>Modelo 002 CB, Fanel Ltda.

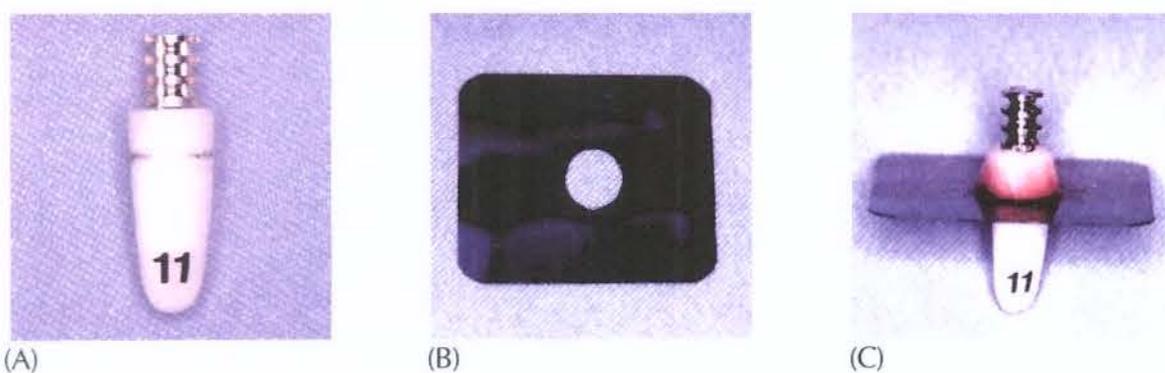
<sup>\*</sup>Itap Cromex S.A.

#### 4.2.8. OBTENÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Para possibilitar a realização do ensaio de resistência à fratura, as raízes foram incluídas em resina de poliestireno como descrito a seguir.

Previamente, foi feita uma demarcação em cada raiz, a partir da superfície "cervical", correspondente a 3,0 mm (fig. 4-10, A) . A seguir, no centro de uma película radiográfica foi feita uma perfuração que coincidiu com essa demarcação (fig. 4-10, B). A raiz foi posicionada no interior da perfuração e fixada com cera nº 7 aquecida (fig. 4-10, C).

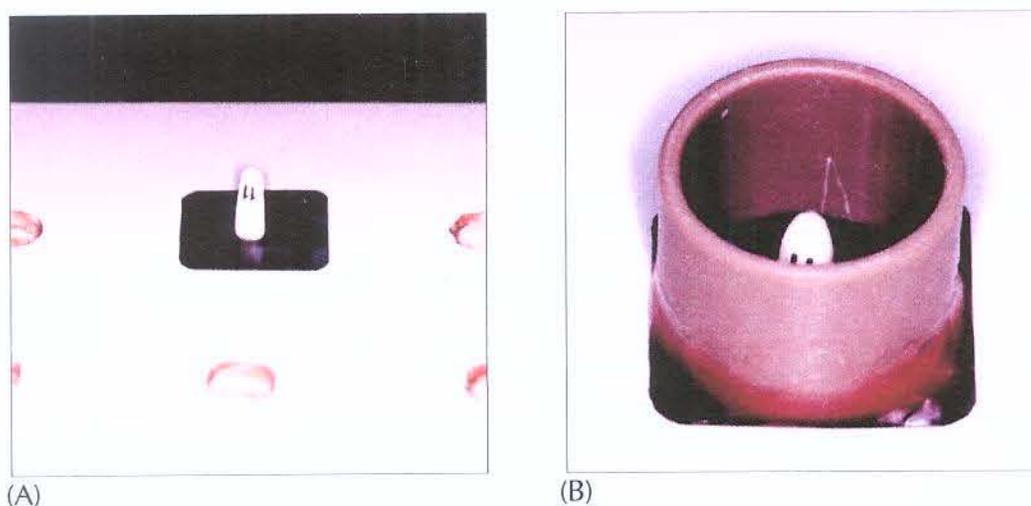
Esse procedimento teve como objetivo padronizar que cada raiz ficaria com 11,0 mm do seu comprimento incluídos em resina. Assim, os 3,0 mm restantes de raiz, não embutidos em resina, simularam a distância biológica.



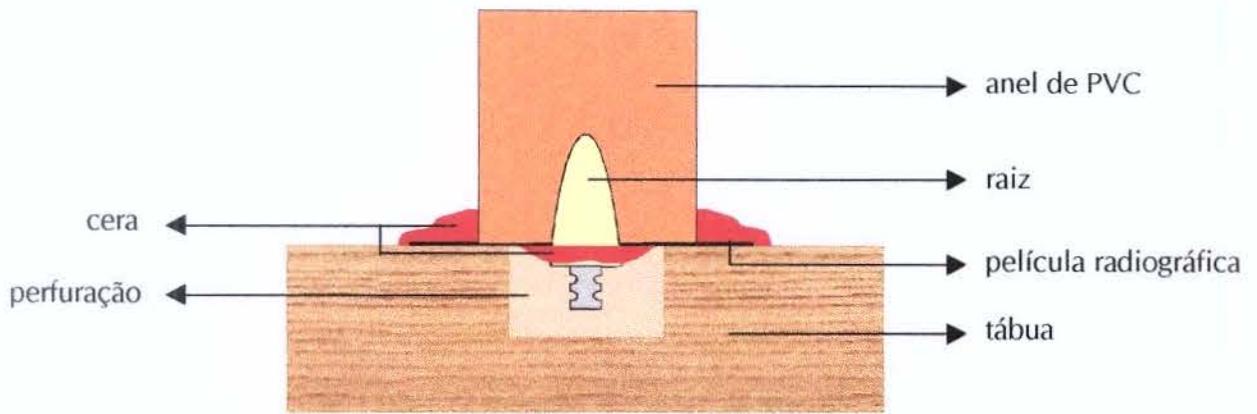
**Fig. 4-10:** (A) demarcação feita na raiz, correspondente a 3,0 mm a partir da superfície "cervical"; (B) película radiográfica com perfuração na qual a raiz foi posicionada e (C) raiz no interior da perfuração fixada com cera.

Logo após, os conjuntos raiz/película radiográfica foram colocados sobre uma tábua com perfurações, sendo que cada raiz foi posicionada em uma perfuração com a porção apical voltada para cima (fig. 4-11, A). Anéis com 2,0 cm de altura cortados a partir de um tubo de PVC com 2,1 cm de diâmetro interno foram colocados sobre as películas radiográficas, fazendo com que as raízes ficassem centralizadas no seu interior (figs. 4-11, B e 4-12). As margens desses anéis foram vedadas com cera aquecida (figs. 4-11, B e 4-12), e a resina de poliestireno foi vertida dentro deles.

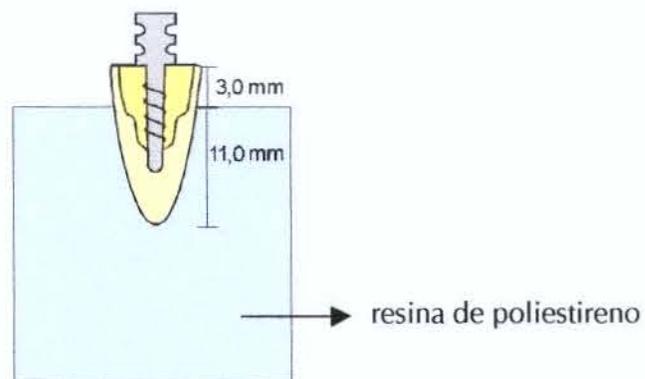
Após a polimerização da resina, os corpos-de-prova foram removidos dos anéis de PVC, e as películas, retiradas das raízes (figs. 4-13 e 4-14).



**Fig. 4-11:** (A) raiz posicionada na perfuração de uma tábua com sua porção apical voltada para cima e (B) anel de tubo de PVC fixado com cera sobre a película radiográfica, no interior do qual foi centralizada a raiz.



**Fig. 4-12:** Esquema da raiz posicionada na perfuração de uma tábua, tendo sua porção apical voltada para cima. Nota-se, ainda, o anel de PVC colocado sobre a película radiográfica e suas margens vedadas com cera, antes da inserção da resina de poliestireno.



**Fig. 4-13:** Corpo-de-prova – raiz incluída em resina de poliestireno até a profundidade de 11,0 mm de seu comprimento.



**Fig. 4-14:** Corpo-de-prova – raiz incluída em resina de poliestireno, após a remoção do anel de PVC.

#### 4.2.9. CONFECÇÃO DE CASQUETES METÁLICOS

A fim de que, durante os ensaios de resistência à fratura das raízes, a ponta compressora da Máquina de Ensaio Universal<sup>®</sup> tivesse um apoio sobre o pino pré-fabricado e para que este suportasse as forças compressivas sem deformar-se, foram confeccionados casquetes metálicos, colocados sobre a porção coronária dos pinos (fig. 4-15).

Os padrões foram confeccionados em resina acrílica quimicamente ativada – DURALAY<sup>®</sup> – sobre a parte coronária do pino RADIX-ANKER. Para isso, as reentrâncias do pino foram preenchidas com uma pequena quantidade de cera, a fim de evitar a penetração da resina entre elas. Foram fundidos quinze casquetes com 0,5 mm de espessura (conferidos com espessímetro), empregando-se liga de níquel-cromo<sup>®</sup>, sendo um para cada seis pinos.

<sup>®</sup>EMIC DL 500

<sup>®</sup>Reliance Dental, Mfg.Co.

<sup>®</sup>Durabond Universal

Sobre a superfície “lingual” de cada casquete foi feita uma concavidade – “nicho” – (fig. 4-15), com ponta diamantada esférica nº 3017 HL, refrigerada a ar/água, em alta rotação<sup>▲</sup>, sobre a qual seria posicionada a ponta compressora.

Os corpos-de-prova continuaram mantidos em estufa a 37°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ), em ambiente úmido, até o momento do ensaio de resistência à fratura das raízes.

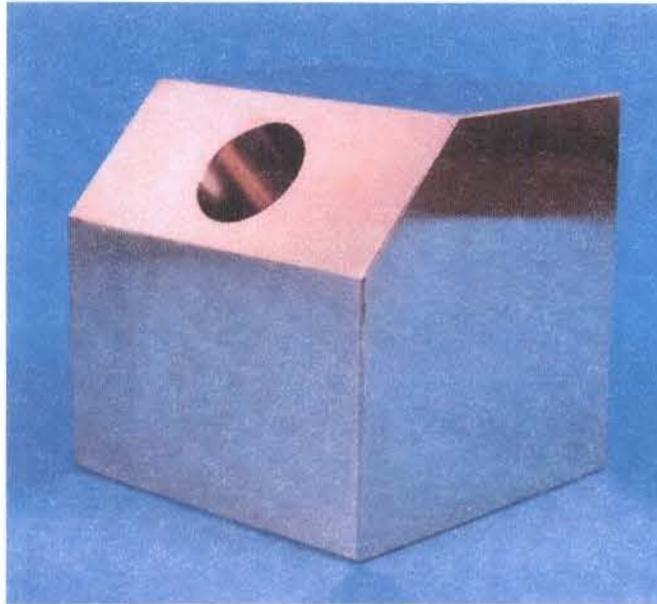


**Fig. 4-15:** Corpo-de-prova – raiz incluída em resina de poliestireno. No detalhe, casquete metálico, com “nicho”, sobre o pino pré-fabricado.

#### 4.2.10. ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À FRATURA

Para os ensaios de resistência à fratura, os corpos-de-prova foram posicionados em um dispositivo metálico, de 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 centro desse plano, uma cavidade cilíndrica de 2,0 cm de profundidade e 2,1 cm de diâmetro (fig. 4-16).

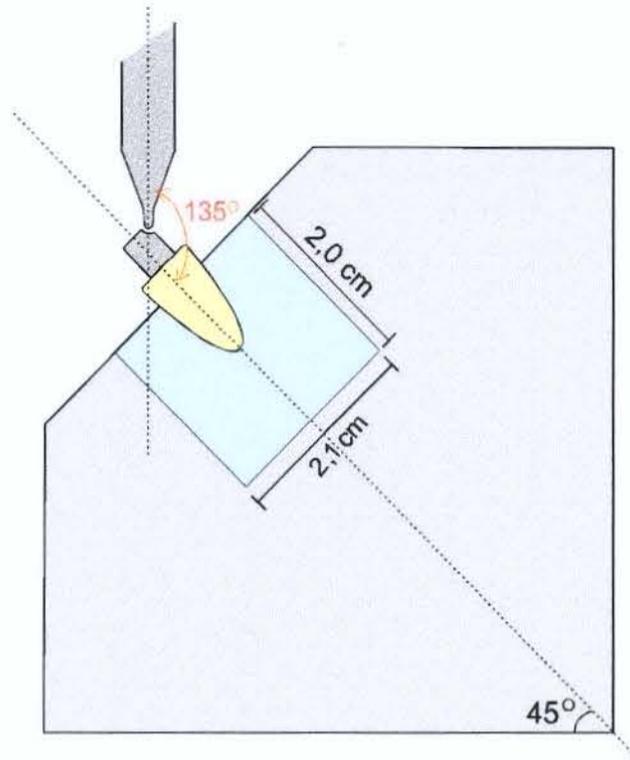
<sup>▲</sup>Dabi Atlante S.A. Ind. e Com.



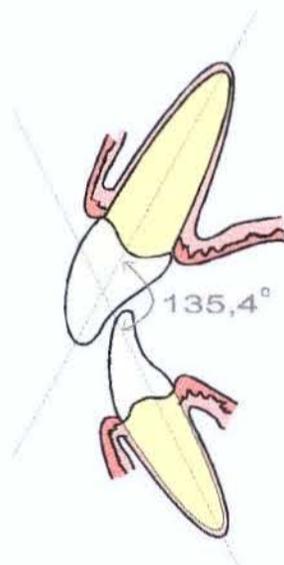
**Fig. 4-16:** Dispositivo de aço inoxidável utilizado para posicionar os corpos-de-prova em ângulo de  $45^\circ$  em relação ao plano horizontal durante os ensaios de resistência à fratura das raízes.

Assim, os corpos-de-prova foram colocados na cavidade cilíndrica, o que permitiu a aplicação do carregamento tangencial de compressão, da Máquina de Ensaio Universal, em um ângulo de  $135^\circ$  em relação ao longo eixo das raízes (figs. 4-17 e 4-19), a uma velocidade de 0,5 mm/min.

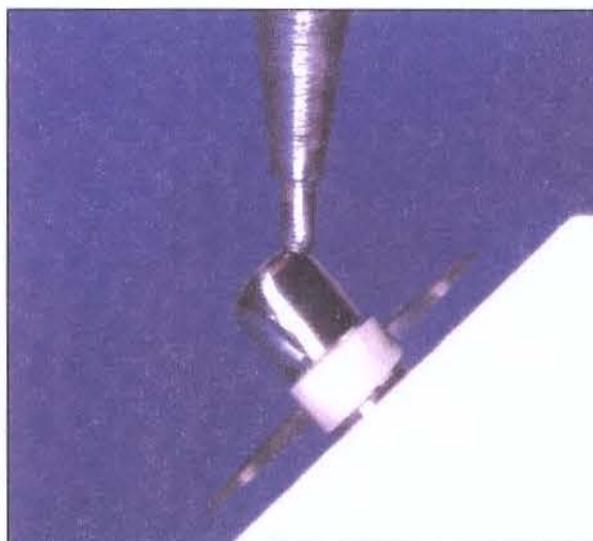
Esse procedimento foi realizado com a finalidade de simular uma condição clínica real, onde o ângulo formado pelo contato entre os incisivos centrais superiores e inferiores, em oclusão do tipo Classe I, é de  $135,4^\circ$ , segundo análise ortodôntica<sup>46</sup> (fig. 4-18).



**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° formado pelo contato entre os incisivos centrais superiores e inferiores quando em relação oclusal do tipo Classe I, segundo análise ortodôntica (MOYERS<sup>46</sup>).



**Fig. 4-19:** Vista lateral da ponta compressora posicionada sobre o casquete metálico durante o ensaio de resistência à fratura com aplicação de carregamento tangencial de compressão em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz.

#### 4.2.11. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

Para a análise quantitativa da variável “Resistência à fratura de raízes bovinas”, foi realizado um delineamento Inteiramente Aleatorizado, sendo o fator em estudo o “Material de Preenchimento” – resina composta, ionômero de vidro modificado por resina, resina composta modificada por poliácido e agente cimentante resinoso.

#### 4.2.12. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores obtidos foram analisados estatisticamente empregando-se a Análise de Variância (ANOVA)<sup>■</sup> com nível de significância de 5%. Para as comparações individuais, onde houve diferença estatisticamente significativa, foi aplicado o Teste t-Student<sup>■</sup>, com a finalidade de avaliar o efeito do fator *Material de Preenchimento*.

---

<sup>■</sup> The SAS System, 1994.

## 5. RESULTADOS

Os relatórios do ensaio de compressão do teste de resistência à fratura de raízes estão apresentados nos Anexos V a IX. Nesses relatórios são demonstrados os valores, em quilograma-força (kgf), obtidos para cada corpo-de-prova, assim como as médias e os desvios padrões de cada grupo experimental. Observa-se que o número de repetições não é o mesmo para todos os tratamentos, pelo fato de que, durante o desenvolvimento do ensaio de resistência à fratura, alguns corpos-de-prova foram excluídos.

O resultado da Análise de Variância (ANOVA), exposto na Tabela 5-1, apresenta um F de 6,95 para o modelo estudado, significativa a nível de 5%.

A fim de melhor evidenciar as diferenças estatisticamente significantes existentes entre os tratamentos, identificadas pela Análise de Variância, foi aplicado o Teste t-Student ( $\alpha = 0,05$ ), cujos resultados são demonstrados nas Tabelas 5-2 e 5-3 e na Figura 5-1.

**Tabela 5-1 :** Resultados da Análise de Variância ( $\alpha = 0,05$ ) para o ensaio de resistência à fratura de raízes.

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Tratamentos	4	3136,15342	784,03835	6,95	<b>0,0001*</b>
Resíduo	67	7559,51513	112,85858		
Total	71	10695,66855			

Coefficiente de Variação = 25,85%

**Tabela 5-2 :** Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, apresentando o nível de significância entre as médias dos diferentes tratamentos.

GRUPO	1	2	3	4	5
1	*	0,0166*	0,0015*	0,0017*	0,0001*
2	-	*	0,3897	0,3920	0,0073*
3	-	-	*	0,9913	0,0593
4	-	-	-	*	0,0650
5	-	-	-	-	*
t-Student	5%				

1- raiz hígida com All Bond C&B

2- raiz debilitada com Vitremer

3- raiz debilitada com Dyract AP

4- raiz debilitada com Z100

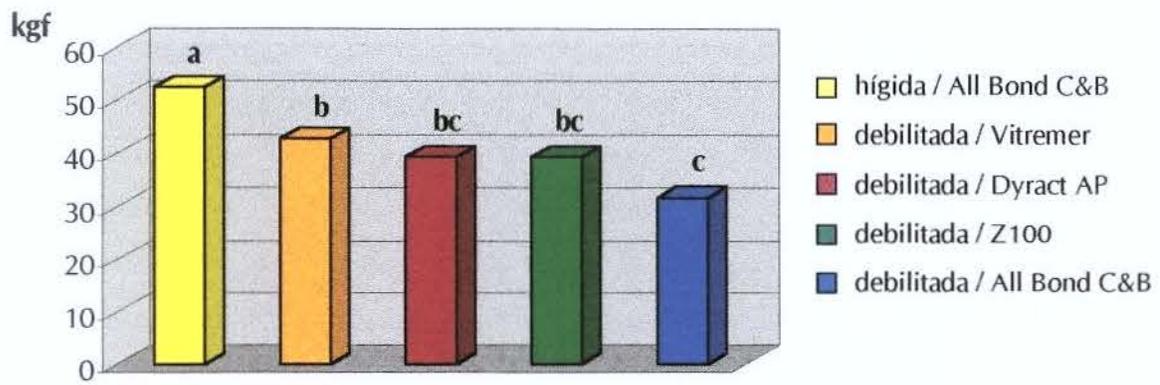
5- raiz debilitada com All Bond C&B

\*diferença estatisticamente significativa

**Tabela 5-3 :** Resultados do Teste t-Student a 5%, para o ensaio de resistência à fratura de raízes, apresentando as médias e os desvios padrões para cada grupo experimental.

CONDIÇÃO	TRATAMENTO	MÉDIA (Kgf)	DESVIO PADRÃO
Hígida	All Bond C&B	52,38 a	8,296
Debilitada	Vitremer	42,68 b	11,47
Debilitada	Dyract AP	39,33 bc	7,685
Debilitada	Z100	39,29 bc	10,56
Debilitada	All Bond C&B	31,75 c	14,00
t-Student 5%			

\*letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa.



\*letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa.

**Figura 5-1 :** Representação gráfica das médias de resistência à fratura de raízes de acordo com os grupos experimentais e suas diferenças e semelhanças estatisticamente significantes.

Através da análise da Tabela 5-3 e da Figura 5-1, que elucidam o Teste t-Student, nota-se que a maior média de resistência à fratura foi obtida pelo grupo das raízes hígidas, sendo significativamente diferente das médias dos demais grupos. Já o grupo representado pelas raízes debilitadas preenchidas totalmente com o agente cimentante resinoso ALL BOND C&B apresentou os menores valores numéricos relativo à resistência à fratura radicular. No entanto, ao ser comparado aos outros materiais, demonstrou diferença estatisticamente significativa apenas em relação ao híbrido VITREMER. Observando os resultados médios dos grupos das raízes debilitadas preenchidas pelos materiais VITREMER, DYRACT AP e Z100, pode-se verificar que, embora os mesmos sejam numericamente diferentes, com o VITREMER apresentando a maior média, houve semelhança estatística em relação à capacidade das raízes de resistir à fratura.



O principal fator em discussão, quando se estudam dentes tratados endodonticamente, refere-se às mudanças de suas características morfológicas ao serem comparados a dentes vitalizados<sup>2,18,21,28,58,76</sup>. O conceito de debilidade atribuído aos dentes despolpados está associado à desidratação dos túbulos dentinários<sup>2,18,28,58,72,75</sup>, à diminuição de sua elasticidade<sup>18,26,28</sup> e, especialmente, à perda de estrutura dental devido à cárie, fratura e aos procedimentos de instrumentação radicular e restauradores<sup>2,18,58,62,66,72,75,76,78</sup>. A fragilidade da raiz, conseqüência dessas mudanças estruturais, reflete a diminuição de sua capacidade de suportar as cargas intra-orais e de resistir à fratura<sup>2,18,21,33,58,66,76,78</sup>.

No que diz respeito à diminuição da umidade dos dentes desvitalizados, não se deve deixar de ponderar que os mesmos, estando presentes na cavidade oral, permanecem em meio à saliva, sangue e fluidos teciduais e, tendo a estrutura dental permeabilidade, tais dentes não devem ser considerados totalmente desidratados<sup>21</sup>. Diante desses aspectos e na tentativa de melhor reproduzir a realidade clínica, durante um experimento *in vitro* torna-se indispensável a manutenção dos dentes em solução logo após a extração e durante os procedimentos laboratoriais, mantendo-os sempre úmidos. No decorrer desta pesquisa as raízes foram armazenadas em solução salina fisiológica<sup>3,4,11,19,63,69,71,78,81</sup>, após a limpeza das mesmas.

O tratamento odontológico, em geral, tem passado por determinadas mudanças durante sua evolução, sendo um dos principais objetivos da Odontologia a preservação do elemento dental. Devido ao progresso do tratamento conservador, tem

se tornado cada vez mais difícil a obtenção de dentes humanos extraídos para a realização de pesquisas *in vitro*<sup>48</sup>. Esse problema fica ainda mais crítico quando há a necessidade de utilizar-se dentes anteriores no experimento, pois, de um modo geral, são os menos extraídos. Assim, a fim de encontrar um substituto para os dentes humanos, esses foram comparados aos dentes bovinos, verificando-se similaridade morfológica e histológica entre eles<sup>48,52,74</sup>. Unidos a esses fatores, a grande disponibilidade e o tamanho dos incisivos bovinos os tornam mais fáceis de serem preparados e preferíveis para pesquisas *in vitro*<sup>52</sup>.

Aliado aos fatores supracitados, especialmente neste estudo, cujo propósito foi avaliar a resistência à fratura de raízes, julgou-se válida a utilização de incisivos inferiores bovinos, cujos terços médio e apical das raízes apresentavam dimensões favoráveis ao desenvolvimento dos preparos intra-radulares e colocação de pinos pré-fabricados. Além disso, foi possível obter uma maior uniformidade das raízes.

Há concordância na literatura de que a resistência de um dente tratado endodonticamente depende fundamentalmente do volume de estrutura dentinária remanescente<sup>2,17,19,35,37,50,65,66,73,77,78</sup>. Por esse motivo, é válido reavaliar a utilização de pinos ou núcleos intra-radulares<sup>73</sup>, já que esses procedimentos normalmente envolvem a remoção de tecido dental sadio para permitir a adequada adaptação desses dispositivos, resultando no enfraquecimento do dente<sup>2,12,19,54,65,70,71</sup>. Dessa maneira, há autores que indicam tais meios auxiliares de retenção apenas quando não há tecido coronário suficiente para sustentar uma restauração<sup>2,62,79</sup>, principalmente após o advento e desenvolvimento dos materiais adesivos<sup>23</sup>. Sob esse aspecto, existem algumas controvérsias, pois outros autores ainda atribuem aos pinos a função de proteger ou dar resistência ao remanescente dental contra forças oclusais, distribuindo-as no interior da raiz<sup>2,3,7,13,22,24,26,29,54,56,59,60,79</sup>.

Sendo a extensão da destruição coronária o fator determinante na decisão do tratamento<sup>16,62</sup>, em situações clínicas onde apenas a estrutura radicular está presente, torna-se indispensável a colocação, no interior da raiz, de um núcleo metálico fundido ou de um pino pré-fabricado que possibilite a reconstrução da estrutura coronária perdida e a retenção e estabilidade da restauração<sup>2,4,7,13,27,56,59,61,64</sup>.

A preocupação com a conservação dos dentes despolpados, através de técnicas que introduzem dispositivos na raiz para sustentar uma coroa artificial, existe há mais de 100 anos<sup>43</sup>. No século XVIII, FAUCHARD<sup>59</sup> aplicou, dentro do canal, um pino de madeira que, quando umedecido, se dilatava, proporcionando retenção à coroa. Desenvolvendo outra técnica, BLACK<sup>5</sup> utilizou uma rosca, juntamente com ouro em folha, para preencher todo o canal. Em 1871, HARRIS<sup>20</sup> propôs um novo método, de grande sucesso, no qual um núcleo metálico intra-radicular fazia parte integral da coroa ("pivot"). Desde então, tais procedimentos vêm sendo acompanhados por mudanças. Uma delas foi o fato do núcleo passar a ser confeccionado separadamente da coroa, com sua porção radicular reproduzindo a morfologia do canal<sup>40,42,55,57,59,61,79</sup>. Por último, foram lançados os pinos pré-fabricados, classificados quanto à forma em paralelos e cônicos<sup>7,28,47,59,62,79</sup> e , quanto à configuração da superfície, em lisos, serrilhados e rosqueados<sup>7,28,47,59,62,79</sup> ou auto-rosqueáveis<sup>7,28,79</sup>. Tais pinos pertencem a sistemas que utilizam limas e/ou brocas padronizadas que preparam o canal de acordo com o tamanho dos mesmos<sup>59</sup>.

A popularidade e a confecção de núcleos metálicos fundidos vêm diminuindo gradativamente nos últimos anos<sup>23</sup>. Esse fato tem ocorrido devido a grande variedade de pinos pré-fabricados associados ao desenvolvimento dos materiais restauradores e sistemas adesivos<sup>23</sup> e pelo fato da obtenção do núcleo metálico fundido

ser um procedimento que envolve um maior número de sessões clínicas e laboratoriais<sup>8,24,44</sup> e apresenta um custo mais elevado<sup>8,24,44</sup>. Além disso, investigações *in vitro* têm comprovado uma superior performance desses dispositivos intra-radulares em relação aos núcleos metálicos fundidos<sup>23,35</sup>.

Embora ainda existam discussões a respeito da forma que o núcleo metálico ou pino pré-fabricado devem apresentar<sup>3,8</sup>, admite-se que os pinos de paredes paralelas, ou seja, cilíndricos, além de serem mais retentivos quando comparados aos cônicos<sup>9,11,23,25,47,53,55,59,64,68,70</sup>, distribuem as forças transmitidas pela oclusão igualmente ao longo da raiz<sup>9,11,12,70,79</sup>. Há também um consenso de que os pinos e núcleos metálicos cônicos promovem o efeito de cunha, pois transmitem forças contra as paredes da raiz, o que aumenta a concentração de tensões lateralmente e a chance de fratura radicular<sup>7,9,12,14,26,34,62,63,70,71,84</sup>.

Do mesmo modo, levando-se em consideração a configuração da superfície, os pinos pré-fabricados serrilhados possuem maior retenção que os lisos<sup>11,25,55,59,63,68</sup>, e os rosqueados ou auto-rosqueáveis, os que apresentam a maior capacidade retentiva<sup>7,13,14,26,27,47,53,55,59,62,68,69,71</sup>.

Os fatores acima discutidos estão relacionados à melhor retenção proporcionada pelos pinos pré-fabricados. No entanto, não se deve deixar de atentar que a retenção tem efeito sobre a resistência à fratura de uma raiz, uma vez que, quanto mais retentivo o pino, maior será sua estabilidade no interior da raiz e maior sua resistência ao deslocamento quando sujeito a forças laterais de oclusão<sup>13,14</sup>.

Analisando os aspectos considerados anteriormente, optou-se pelo uso dos pinos pré-fabricados RADIX-ANKER, por apresentarem paredes paralelas, serem auto-rosqueáveis e, ainda, possuírem um sulco de escape para o cimento ao longo de sua

haste, melhorando sua retentividade e aliviando a pressão hidrostática durante a cimentação, a fim de reduzir o risco de fratura radicular<sup>17,47,81</sup>.

Não é raro encontrar situações em que a destruição da estrutura dental avança até a raiz, proveniente de lesões cariosas, reabsorção interna, fratura, acesso para o tratamento endodôntico, remoção de núcleos ou pinos intra-radulares ou causas idiopáticas<sup>6,30,31,32,36</sup>. Diante de um canal bastante alargado e, conseqüentemente, com uma espessura de parede de dentina muito fina, a restauração do elemento dental é dificultada<sup>6,30,31,32,36</sup>. A colocação de um núcleo metálico fundido convencional, ocupando toda a extensão do defeito radicular, fatalmente ocasionará um efeito de cunha, devido ao diâmetro excessivo, provocando a fratura radicular<sup>7,9,12,14,26,28,32,34,62,63,70,71,84</sup>. Por outro lado, a adaptação de pinos pré-fabricados cilíndricos nesses canais amplos é praticamente impossível devido à falta de estrutura dentinária<sup>6,30,31,32,36</sup>. Como resultado, esses dentes são condenados à exodontia<sup>6,30,31,32,36</sup>.

Na maioria dos casos, o defeito limita-se à porção cervical da raiz, enquanto a região apical permanece com tecido dentinário suficiente e adequado suporte periodontal<sup>31,32</sup>. Buscando simular essa condição específica, a metodologia deste trabalho empregou um preparo padronizado para desgastar internamente determinadas raízes, deixando-as com paredes dentinárias remanescentes com 0,5 mm de espessura até a profundidade de 4,0 mm e tornando-as debilitadas.

Para a Dentística moderna, o sucesso de um tratamento é atribuído especialmente à conservação do elemento dental, dando ênfase às técnicas que preservam o máximo de estrutura possível<sup>50</sup>. A evolução de sistemas restauradores capazes de aderir ao tecido dental criou possibilidades para a reconstrução e reabilitação de dentes severamente debilitados, evitando-se a exodontia<sup>6,31</sup>. Assim, tem sido proposto o preenchimento das raízes enfraquecidas com esses materiais agindo

como "dentina artificial", tornando-as capazes de suportar um núcleo ou pino intracanal e mantendo-as em função na cavidade bucal<sup>6,29,30,31,32,35,36,39,57</sup>. Dentre esses materiais, são utilizados a resina composta<sup>29,31,32,35,36</sup>, o cimento de ionômero de vidro convencional<sup>6,30,36</sup>, o híbrido de ionômero de vidro/resina composta<sup>36</sup> e o agente cimentante resinoso<sup>39</sup>.

A técnica que utiliza o condicionamento ácido da dentina em combinação com sistemas adesivos e resina composta tem sido sugerida para a reabilitação de raízes enfraquecidas<sup>29,31,32,35,36</sup>. Resultados clínicos favoráveis são relatados por autores<sup>10,31</sup> que empregaram a resina composta como material de reforço, atraídos por suas vantagens como fácil manipulação, rápida polimerização, resistência à tração e compressão comparável à da estrutura dental e baixa resposta a estímulos térmicos<sup>51</sup>.

Para o desenvolvimento deste trabalho empregou-se a resina composta Z100 (3M). A escolha desse material de preenchimento baseou-se nos seus bons resultados obtidos em estudo laboratorial<sup>36</sup> e, ainda, por ter, segundo seu fabricante<sup>®</sup>, 84,5% de carga com distribuição monomodal de partículas quase esféricas, o que aumenta a sua resistência.

A introdução dos cimentos de ionômero de vidro convencionais ofereceu outra alternativa para a reconstrução de raízes com canais alargados<sup>6,30</sup>. Esses materiais foram sugeridos como "dentina artificial" devido às adequadas propriedades como compatibilidade biológica, coeficiente de expansão térmica linear próximo ao do dente, liberação de íons flúor e adesividade à estrutura dental<sup>6,30</sup>. No entanto, não possuem a mesma resistência mecânica das resinas compostas<sup>31</sup>. Estas, por sua vez, têm demonstrado resultados superiores ao cimento de ionômero de vidro convencional, quando usados para a confecção de núcleos sobre pinos intra-radulares pré-fabricados<sup>10</sup> e ao serem utilizados

---

<sup>®</sup> Perfil Técnico da Resina Composta Z100 – 3M do Brasil Ltda.

para restaurar preparos cavitários em dentes desvitalizados<sup>60</sup>.

Na tentativa de superar os problemas associados aos cimentos de ionômero de vidro convencionais, ou seja, a sensibilidade à umidade e a baixa resistência mecânica, foram desenvolvidos os híbridos de ionômero de vidro/resina composta<sup>60</sup>. Dentre esses, encontram-se duas categorias de materiais: o cimento de ionômero de vidro modificado por resina e a resina composta modificada por poliácido<sup>49</sup>. O primeiro, trata-se de um cimento de ionômero de vidro convencional com adição de componentes resinosos e iniciadores de polimerização<sup>49,60</sup>. Entre suas vantagens, destacam-se a melhor resistência e o endurecimento imediato logo após a polimerização da resina, facilitando o procedimento clínico<sup>49,60</sup>. Ao mesmo tempo, ainda possui as apropriadas características do cimento de ionômero de vidro convencional, principalmente em relação à liberação de íons flúor<sup>49,60</sup>. Na segunda categoria estão as resinas compostas modificadas por poliácidos que, no entanto, não devem ser classificadas como cimentos de ionômero de vidro, uma vez que não apresentam a reação ácido-base típica desses materiais<sup>49,60</sup>.

A fim de avaliar a capacidade de reforçar a estrutura dental de materiais representados pelas duas categorias acima mencionadas, optou-se pelo preenchimento das raízes debilitadas deste estudo com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina VITREMER (3M) e pela resina composta modificada por poliácido DYRACT AP (Dentsply).

Diferentes tipos de cimentos são disponíveis para fixar núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados, como o cimento de poliacarboxilato de zinco, o cimento de ionômero de vidro, o agente cimentante resinoso e o cimento de fosfato de zinco<sup>83</sup>. Os três primeiros oferecem a vantagem de serem capazes de aderir à superfície dental<sup>83</sup>.

Além de promover retenção<sup>62,83</sup>, a finalidade do cimento é garantir o selamento contra microinfiltração<sup>62,83</sup> e amortecer e distribuir as tensões para a dentina<sup>64</sup>.

Os agentes cimentantes resinosos também têm sido propostos para oferecer reforço às raízes enfraquecidas<sup>1,39</sup>. Esses materiais são indicados devido a sua habilidade de aderir à dentina e ao pino metálico, garantindo uma restauração mais retentiva e resistente à fratura<sup>39,57</sup>. Experimentos *in vitro* mostram que pinos fixados com agentes cimentantes resinosos adquirem melhor retenção<sup>1</sup> e são mais resistentes ao deslocamento que pinos estabilizados com cimento de fosfato de zinco, principalmente em canais amplos<sup>1,38,39,82</sup>. Apesar disso, afirma-se que o tipo de cimento parece ter importância mínima quando a forma e a configuração da superfície do pino são adequadas para proporcionar retenção e resistência à restauração<sup>43,53</sup> e quando o mesmo está precisamente ajustado às paredes do canal<sup>43,53</sup>.

Buscando um material com capacidade adesiva e que pudesse ser utilizado para estabilizar os pinos pré-fabricados tanto em raízes hígidas como em raízes com fina espessura de parede dentinária, foi empregado o agente cimentante resinoso ALL BOND C&B (Bisco).

As pesquisas que avaliam a resistência à fratura de dentes anteriores e superiores tratados endodonticamente procuram simular a mais real situação clínica através da aplicação de carregamento tangencial de compressão em ângulo de 120°<sup>39,41</sup> ou 130°<sup>17,19,24,50,63</sup> em relação ao longo eixo dental. Baseada na afirmação de MOYERS<sup>46</sup> de que, em uma relação oclusal do tipo Classe I, o ângulo determinado pelo contato entre os incisivos centrais superiores e inferiores é de 135,4° – ângulo interincisal – a metodologia deste experimento definiu a aplicação do carregamento tangencial de compressão em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz<sup>4,10,23,35,56,57</sup>.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, relacionados à condição da raiz – hígida e debilitada – observou-se que as raízes hígidas foram mais resistentes à fratura que as debilitadas (Tabela 5-3 e Figura 5-1). Isso deve-se à maior espessura de parede dentinária ao redor do pino intracanal pré-fabricado, comprovando que a capacidade da raiz de resistir à fratura está diretamente relacionada com a sua quantidade de tecido dentinário. Esses resultados não correspondem aos da pesquisa de MARTINS<sup>35</sup>, os quais mostraram que raízes enfraquecidas preenchidas com resina composta foram capazes de resistir mais à fratura que raízes hígidas. No entanto, verifica-se diferença de metodologia como o tipo de carregamento aplicado no ensaio de resistência à fratura, pois foi utilizado o carregamento axial de compressão, ou seja, com a carga sendo incidida paralelamente ao longo eixo radicular. Esse fato dificulta uma comparação entre os trabalhos, uma vez que, neste estudo, foi empregado o carregamento tangencial de compressão, em que a carga foi aplicada em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da raiz, tentando reproduzir, como já citado anteriormente, a situação clínica real do contato existente entre os incisivos centrais superiores e inferiores em uma relação oclusal do tipo Classe I.

Analisando o fator *Material de Preenchimento*, observou-se que as raízes debilitadas preenchidas pelo agente cimentante resinoso ALL BOND C&B apresentaram os menores valores, embora mostrando diferença estatisticamente significativa apenas quando comparadas às raízes hígidas e às raízes debilitadas preenchidas pelo híbrido VITREMER (Tabela 5-3 e Figura 5-1). Já através da comparação do ALL BOND C&B com os materiais DYRACT AP e Z100, verificou-se que, apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre eles (Tabela 5-2 e Figura 5-1), os resultados do Teste t-Student foram muito próximos ao limite de significância estabelecido para este experimento, que é de 0,05; ou seja, o valor obtido através da comparação entre ALL

BOND C&B e DYRACT AP foi de 0,0593 e, entre ALL BOND C&B e Z100, de 0,0650. Uma possível explicação para a menor resistência à fratura das raízes preenchidas pelo agente cimentante resinoso, quando confrontadas com as preenchidas pelo VITREMER, DYRACT AP e Z100, embora em relação aos dois últimos, sem diferenças estatisticamente significantes, pode ser a variação da quantidade de partículas de carga presente nesses materiais, uma vez que, quanto maior o número de partículas inorgânicas, maior a resistência do material<sup>51</sup>.

Avaliando a relação entre os materiais VITREMER, DYRACT AP e Z100, notou-se que, embora as médias dos resultados de cada grupo apresentassem valores numéricos diferentes, houve semelhança estatisticamente significativa entre os mesmos (Tabela 5-3 e Figura 5-1). No entanto, os valores numéricos mais altos obtidos pelo ionômero resinoso VITREMER podem estar relacionados ao fato desse material apresentar dois tipos de reação de presa – ácido-base e polimerização – o que poderia melhorar suas propriedades mecânicas<sup>49,60</sup>.

Embora existam poucos trabalhos na literatura referentes ao reforço interno de raízes debilitadas antes da colocação de um dispositivo intra-radicular e de uma coroa protética e, apesar dos resultados deste experimento expressarem que essas raízes não são capazes de resistir à fratura como as raízes íntegras, a utilização de materiais adesivos agindo como “dentina artificial” não deve ser recusada, pois pode ser muito válida no sentido de evitar-se exodontias, possibilitando que tais dentes suportem uma restauração e continuem em função na cavidade oral.

O emprego de materiais odontológicos, na clínica diária, visa não apenas a suas adequadas propriedades mecânicas e estéticas, mas também à menor complexidade de técnica, diminuindo o número de procedimentos e a possibilidade de cometer-se erros. Dessa maneira, merece atenção o fato de que o cimento ionomérico

modificado por resina VITREMER, utilizado como proposto por este estudo, ou seja, através de sua colocação no interior da raiz em uma única porção, concomitantemente com a introdução do pino pré-fabricado, apresenta vantagens como maior facilidade de procedimento e menor tempo necessário para concluir a reconstrução da raiz. Cabe, ainda, ressaltar que se trata de um material que atua como uma fonte de liberação de íons flúor ao meio oral<sup>49</sup>, o que é altamente desejável.

## 7. CONCLUSÕES

**D**e acordo com o fator avaliado neste estudo e considerando os resultados obtidos, conclui-se que:

- a resistência à fratura de uma raiz está diretamente relacionada com a espessura de tecido dentinário remanescente ao redor do pino intra-radicular;
- nenhum dos materiais avaliados foi capaz de recuperar a resistência à fratura de um dente íntegro;
- raízes debilitadas reconstruídas com o agente cimentante ALL BOND C&B apresentaram os menores valores de resistência à fratura, exibindo diferença estatisticamente significativa apenas quando comparados ao material VITREMER e às raízes híginas;
- o comportamento das raízes debilitadas preenchidas com os materiais VITREMER, DYRACT AP e Z100, em relação à resistência à fratura, foi estatisticamente semelhante;
- visando uma maior facilidade, sob o ponto de vista clínico, a utilização do material VITREMER, seguindo a técnica proposta por este estudo, oferece vantagens sobre os demais materiais em relação ao tempo necessário para proceder à restauração.



## ANEXO I

**Quadro 8-1:** Marca comercial, composição, 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
ALL BOND 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ácido fosfórico a 10% e cloreto de benzalcônio (0,1 a 1,0%);</li> <li>Primer A: acetona (60 a 99%), etanol (10 a 30%) e NTG-GMA (1 a 5%);</li> <li>Primer B: acetona (60 a 99%), etanol (10 a 40%) e BPDM (1 a 20%);</li> <li>Bonding Resin: BIS-GMA (15 a 40%), HEMA (30 a 60%) e UDMA (15 a 40%);</li> <li>Pre-Bond Resin: BIS-GMA (40 a 70%), TEGMA (15 a 40%), HEMA (3 a 7%) e peróxido de benzoila (1 a 5%).</li> </ul>	119047	Bisco
ALL BOND C&B	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pasta Base: sílica fundida (30 a 60%), sílica amorfa (5 a 10%), "glass frit" (15 a 40%), BIS-GMA (8 a 30%) e fluoreto de sódio (1 a 5%);</li> <li>Pasta Catalisadora: sílica fundida (30 a 60%), sílica amorfa (1 a 5%), alumina (1 a 5%) e BIS-GMA (30 a 60%).</li> </ul>	089187 129047	Bisco
SCOTCHBOND MULTIPURPOSE PLUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ácido maléico a 10% (pH <math>\approx</math> 1,2);</li> <li>Ácido fosfórico a 35% (pH <math>\approx</math> 0,6);</li> <li>Ativador: solução etilica de um sal de ácido sulfínico e um componente fotoiniciador;</li> <li>Primer: solução aquosa de HEMA e um copolímero do ácido polialcenóico;</li> <li>Adesivo: solução de BIS-GMA e HEMA combinados com um sistema de iniciação de polimerização;</li> <li>Catalisador: BIS-GMA, HEMA e peróxido de benzoila;</li> <li>Primer Silano: solução pré-hidrolisada de fase única.</li> </ul>	19951116	3M do Brasil
Z 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>parte orgânica, BIS-GMA e TEGDMA;</li> <li>carga mineral sintética de zircônia/sílica (100% homogênea);</li> <li>84,5% de carga e 66,0% em volume (sem silano);</li> <li>tamanho médio das partículas de 0,6 <math>\mu</math>m.</li> </ul>	5HH 5HJ	3M do Brasil

\* de acordo com o fabricante.

(continuação do Quadro 1)

<b>VITREMER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pó: vidro de flúor-alumino radiopaco, pigmentos, persulfato de potássio e ácido ascórbico microencapsulados;</li> <li>• Líquido: solução aquosa de ácido policarboxílico modificado com grupos metacrilatos suspensos, água, HEMA e fotoiniciadores;</li> <li>• <i>Primer</i>: líquido fotopolimerizável com ácido policarboxílico modificado, HEMA, etanol e fotoiniciadores;</li> <li>• <i>Finishing Gloss</i>: resina dental fotopolimerizável.</li> </ul>	19960731	3M do Brasil
<b>PRIME &amp; BOND 2.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resinas de dimetacrilato;</li> <li>• PENTA (monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato);</li> <li>• Fotoiniciadores;</li> <li>• Estabilizadores;</li> <li>• Hidrofluoreto cetilamina;</li> <li>• Acetona.</li> </ul>	9706000908	Dentsply De Trey
<b>DYRACT AP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resinas polimerizáveis;</li> <li>• Resina TCB;</li> <li>• Vidro de estrôncio-flúor-silicato;</li> <li>• Fluoreto de estrôncio;</li> <li>• Fotoiniciadores;</li> <li>• Estabilizadores.</li> </ul>	9801100360	Dentsply De Trey
<b>RADIX- ANKER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liga de titânio/prata</li> </ul>	—	Maillefer

## ANEXO II

**Quadro 8-2:** Resultado do sorteio realizado para distribuir as raízes em hígidas e debilitadas.

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

\*número de identificação de cada raiz.

**Quadro 8-3:** Resultado do sorteio realizado para definir quais raízes debilitadas receberiam os materiais: All Bond C&B (C), Vitremer (V), Dyract AP (DY) e Z100 (Z).

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

\*número de identificação de cada raiz.

## ANEXO III

**Quadro 8-4:** Seqüência obtida, através de sorteio, para a realização dos preparos intra-radulares, para o preenchimento das raízes debilitadas, para o preparo intra-radicular das raízes preenchidas e para a cimentação dos pinos pré-fabricados.

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

\*número de identificação de cada raiz.

## ANEXO IV

**Quadro 8-5 :** Técnicas utilizadas, de acordo com os materiais, para o preenchimento das raízes debilitadas.

MATERIAL	TÉCNICA
ALL BOND 2.0 + ALL BOND C&B	<ol style="list-style-type: none"> <li>1<sup>o</sup> - condicionamento ácido do interior da raiz durante quinze segundos;</li> <li>2<sup>o</sup> - enxágüe da raiz durante quinze segundos;</li> <li>3<sup>o</sup> - secagem da raiz com pontas de papel absorvente;</li> <li>4<sup>o</sup> - aplicação das soluções <i>Primer A</i> e <i>B</i>, misturadas, em duas camadas consecutivas;</li> <li>5<sup>o</sup> - secagem da solução, com suaves jatos de ar, durante cinco segundos;</li> <li>6<sup>o</sup> - aplicação de uma fina camada do adesivo (autopolimerizável);</li> <li>7<sup>o</sup> - aplicação de duas camadas da solução <i>Primer B</i> sobre a superfície radicular do pino Radix-Anker;</li> <li>8<sup>o</sup> - secagem da solução com jatos de ar;</li> <li>9<sup>o</sup> - espatulação de proporções iguais das pastas Base e Catalisadora do agente cimentante;</li> <li>10<sup>o</sup> - inserção do cimento, com a seringa Centrix, no interior da raiz;</li> <li>11<sup>o</sup> - posicionamento do pino Radix-Anker na raiz;</li> <li>12<sup>o</sup> - remoção dos excessos de cimento antes de sua polimerização.</li> </ol>
VITREMER	<ol style="list-style-type: none"> <li>1<sup>o</sup> - lavagem da raiz com spray ar/água;</li> <li>2<sup>o</sup> - secagem da raiz com pontas de papel absorvente;</li> <li>3<sup>o</sup> - aplicação da solução <i>Primer</i> durante trinta segundos;</li> <li>4<sup>o</sup> - secagem da solução, com jatos de ar, durante quinze segundos;</li> <li>5<sup>o</sup> - fotopolimerização da solução por vinte segundos;</li> <li>6<sup>o</sup> - espatulação de duas medidas de pó e duas gotas de líquido durante 45 segundos;</li> <li>7<sup>o</sup> - inserção do material com a seringa Centrix em uma só porção;</li> <li>8<sup>o</sup> - posicionamento do pino Radix-Anker no interior da raiz;</li> <li>9<sup>o</sup> - fotopolimerização do material por quarenta segundos;</li> <li>10<sup>o</sup> - aplicação da solução <i>Finishing Gloss</i>;</li> <li>11<sup>o</sup> - fotopolimerização da solução por vinte segundos.</li> </ol>

(continuação do Quadro 5)

<p><b>PRIME &amp; BOND 2.1 + DYRACT AP</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º lavagem da raiz com spray ar/água;</li> <li>2º secagem da raiz com pontas de papel absorvente;</li> <li>3º aplicação da primeira camada da solução <i>Prime &amp; Bond 2.1</i> e espera de trinta segundos;</li> <li>4º secagem da solução, com jatos de ar, durante três segundos;</li> <li>5º fotopolimerização da solução por dez segundos;</li> <li>6º aplicação da segunda camada da solução <i>Prime &amp; Bond 2.1</i>;</li> <li>7º secagem da solução, com suaves jatos de ar, durante cinco segundos;</li> <li>8º fotopolimerização da solução por dez segundos;</li> <li>9º posicionamento do calibrador de medição (pertencente ao sistema Radix-Anker) no interior da raiz;</li> <li>10º inserção do material restaurador em camadas de, aproximadamente, 1,5 mm de espessura;</li> <li>11º fotopolimerização de cada camada por quarenta segundos.</li> </ol>
<p><b>SCOTCHBOND MULTIPURPOSE PLUS + Z100</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º condicionamento ácido do interior da raiz durante quinze segundos;</li> <li>2º enxágüe da raiz durante quinze segundos;</li> <li>3º secagem da raiz com pontas de papel absorvente;</li> <li>4º aplicação da solução Ativadora;</li> <li>5º secagem da solução, com suaves jatos de ar, durante cinco segundos;</li> <li>6º aplicação da solução <i>Primer</i>;</li> <li>7º secagem da solução, com jatos de ar, durante cinco segundos;</li> <li>8º aplicação da solução Catalisadora;</li> <li>9º posicionamento do calibrador de medição (pertencente ao sistema Radix-Anker) no interior da raiz;</li> <li>10º inserção da resina em camadas de, aproximadamente, 1,5 mm de espessura;</li> <li>11º fotopolimerização de cada camada por quarenta segundos.</li> </ol>











# SUMMARY

The preservation and the restoration of severely weakened teeth, without dentinal support in the cervical zone of the radicular canal is a difficult procedure. The reconstruction of these roots would make possible more conservative treatments. That is why, the purpose of this study was to evaluate the resistance to fracture of whole and weakened root internally reconstructed with different filling materials acting as an "artificial dentin" associated to the prefabricated post into the root canal. Seventy-five roots were selected of bovine mandibular incisors with similar bulks. From those, sixty roots were internally wore until presente standardized dimensions, simulating weakened roots. Those roots were filled with different dentinal adhesives and restorative materials, being thirty of them with the prefabricated posts placed with the filling material. The other weakened filled roots and the whole roots were prepared to receive the intraradicular posts, subsequently fixed with resin cement agent. Thus, were obtained five experimental groups: GROUP 1 – whole root with prefabricated post fixed with resin cement agent; GROUP 2 – weakened root filled with resin cement agent; GROUP 3 – weakened root filled with resin-modified glass ionomer associated to the prefabricated post; GROUP 4 – weakened root filled with resin modified by polyacid and with posterior fixing of the prefabricated post with resin cement agent and GROUP 5 – weakened root filled with composite resin and with posterior fixing of the prefabricated post with resin cement agent. The specimens were submitted to resistance test to fracture 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 showed statically significant differences in relation to the condition of the root, being the whole roots more resistants to fracture than the weakened roots. Evaluating the filling material, roots restorated with the resin cement agent ALL BOND C&B presented the least values of resistance to fracture, showing statically significant difference only when compared with the VITREMER. The materials VITREMER, DYRACT AP and Z100 had the same behaviour, do not existing statically significant differences among them.

**Key Words:** Dentinal adhesives – Restorative materials – Prefabricated posts.

## 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. 60.
- 6- 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).
- 7- CAPUTO, A.A. & STANDLEE, J.P. Pins and Posts – why, when and how. **Dent. clin. N. Am.**, Philadelphia, **20**(2): 299-311, Apr. 1976.
- 8- CHRISTENSEN, G.J. Posts and cores: state of the art. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **129**(1): 96-7, Jan. 1998.
- 9- CHRISTY, J.M. & PIPKO, D.J. Fabrication of a dual-post veneer crown. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, **75**(6): 1419-25, Dec. 1967.
- 10- 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.
- 11- 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.

\* 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- 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.
- 13- DEUTSCH, A.S. et al. Prefabricated dowels: A literatura review. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **49**(4): 498-503, Apr. 1983.
- 14- \_\_\_\_\_. et al. Retentive properties of a new post and core system. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **53**(1): 12-4, Jan. 1985.
- 15- \_\_\_\_\_. et al. Root fracture during insertion of prefabricated posts related to root size. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **53**(6): 786-9, June, 1985.
- 16- EL-MOWAFY, O.M. & MILENKOVIC, M. Retention of paraposts cemented with dentin-bonded resin cements. **Operative Dent.**, Seattle, **19**(5): 176-82, Sept./Oct. 1994.
- 17- 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.
- 18- 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.
- 19- 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.
- 20- HARRIS, C. The principles and practice of dentistry. 10. ed. Philadelphia, Lindsay and Blakiston, 1871. *Apud* MORGANO, S.M. *Op.cit.* Ref. 43.
- 21- 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.
- 22- 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.
- 23- HUYSMANS, M.C. et al. Failure behaviour of fatigue-tested post and cores. **Int. endod. J.**, London, **26**(5): 294-300, Sept. 1993.
- 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- JOHNSON, J.K.; 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- 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.
- 30- LUI, J.L. Cermet reinforcement of a weakened endodontically treated root: a case report. *Quintessence int.*, Berlin, **23**(8): 533-8, Aug. 1992.
- 31- \_\_\_\_\_. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic-posts. *Quintessence int.*, Berlin, **25**(5): 313-9, May 1994.
- 32- \_\_\_\_\_. A technique to reinforce weakened roots with post canals. *Endod. dent. traumat.*, Copenhagen, **3**(6):310-14, Dec. 1987.
- 33- 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.
- 34- \_\_\_\_\_. 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.
- 35- MARCHI, G.M. **Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com sistema adesivo associado a pinos intra-radiculares.** Piracicaba, 1997. 106p. [Tese (Mestrado em Clínica Odontológica - Dentística) – FOP, UNICAMP].
- 36- 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].
- 37- MATTISON, G.D. Photoelastic stress analysis of cast-gold endodontic posts. *J. prosth. Dent.*, Saint Louis, **48**(4): 407-11, Oct. 1982.
- 38- MENDOZA, D.B. & EAKLE, W.S. Retention of posts cemented with various dentinal bonding cements. *J. prosth. Dent.*, Saint Louis, **72**(6): 591-4, Dec. 1994.
- 39- \_\_\_\_\_. Et al. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J. prosth. Dent.*, Saint Louis, **78**(1): 10-5, July 1997.

- 40- MILLER, A.W. Direct pattern technique for posts and cores. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **40**(4): 392-7, Oct. 1978.
- 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- \_\_\_\_\_ & MILOT, P. Clinical success of cast metal posts and cores. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **69:70**(1): 11-6, July, 1993.
- 45- MOUNT, G.J. **Atlas de Cimento de Ionômero de Vidro – Guia para o clínico.** 2.ed. São Paulo, Editora Santos, 1996. 150p.
- 46- MOYERS, R.E. **Handbook of orthodontics.** 3.ed. Chicago, Year Book Medical, 1977. 778p.
- 47- MUSIKANT, B.L. & DEUTSCH, A.S. A new prefabricated post and core system. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **52**(5): 631-4, Nov. 1984.
- 48- NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J. Dent Res.**, Washington, **62**(10): 1076-81, Oct. 1983.
- 49- NAVARRO, M.F.L. & PASCOTTO, R.C. **Cimentos de Ionômero de Vidro.** São Paulo, Artes Médicas, 1998. 179p.
- 50- PATEL, A. & GUTTERIDGE, D.L. An *in vitro* investigation of cast post and partial core design. **J. Dent.**, Oxford, **24**(4): 281-7, July 1996.
- 51- PHILLIPS, P.W. **Skinner: materiais dentários.** 9.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1995. 334p.
- 52- REEVES, G.W. et al. Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. **Operative Dent.**, Seattle, **20**(6): 230-5, Nov./Dec. 1995.
- 53- ROBBINS, J.W. Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. **J. Am. dent. Ass.**, **120**(5): 558-66, May 1990.
- 54- ROSS, I.F. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. **J. Endod.**, Baltimore, **6**(5): 560-5, May 1980.

- 55- 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.
- 56- RYHER, 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.
- 57- SAUPE, W.A.; GLUSKIN, A.H.; RADKE JR., R.A. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. **Quintessence int.**, Berlin, **27**(7): 483-91, July 1996.
- 58- SEDGLEY, C.M. & MESSER, H.H. Are endodontically treated teeth more brittle? **J. Endod.**, Baltimore, **18**(7): 332-5, July 1992.
- 59- SHILLINGBURG, H.T. & KESSLER, J.C. **Restauração protética dos dentes tratados endodonticamente**. 2.ed. São Paulo, Quintessence, 1991. 384p.
- 60- SIDHU, S.K. & WATSON, T.F. Resin-modified glass ionomer materials. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **8**(1): 59-67, Feb. 1995.
- 61- SILVERSTEIN, W.H. The reinforcement of weakened pulpless teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **14**(2): 372-81, Mar./Apr. 1964.
- 62- SIVERS, J.E. & JOHNSON, W.T. Restorariion of endodontically treated teeth. **Dent. Clin. N. Am.**, Philadelphia, **36**(3): 631-50, July 1992.
- 63- 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.
- 64- \_\_\_\_\_. & MARTINOFF, J.T. Clinically significant factors in dowel design. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **52**(1): 28-35, July 1984.
- 65- \_\_\_\_\_. & \_\_\_\_\_. Intracoronar reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **51**(6): 780-4, June 1984.
- 66- SORNKUL, E. & STANNARD, J.G. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. **J. Endod.**, Baltimore, **18**(9): 440-3, Sept. 1992.
- 67- STAHL, G. & O'NEAL, R.B. The composite resin dowel and core. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **33**(6): 642-8, June 1975.
- 68- 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.

- 69- STANDLEE, J.P.; CAPUTO, A.A; 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.
- 70- \_\_\_\_\_. et al. Analysis of stress distribution by endodontic posts. **Oral Surg.**, Saint Louis, **33**(6): 952-60, June 1972.
- 71- \_\_\_\_\_. et al. The retentive and stress-distributing properties of a threaded endodontic teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **44**(4): 398-404, Oct. 1980.
- 72- 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.
- 73- STOCKTON, L.; LAVELLE, C.L.B.; SUZUKI, M. Are posts mandatory for the restoration of endodontically treated teeth?. **Endod. dent. traumat.**, Copenhagen, **14**(2):59-63, Apr. 1998.
- 74- TAGAMI, J. et al. The permeability of dentine from bovine incisors *in vitro*. **Archs oral Biol.**, Oxford, **34**(10): 773-7, Oct. 1989.
- 75- TALEGHANI, M. & MORGAN, R.W. Reconstructive materials for endodontically treated teeth. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, **57**(4): 446-9, Apr. 1987.
- 76- TIDMARSH, B.G. Restoration of endodontically treated posterior teeth. **J. Endod.**, Baltimore, **2**(12): 374-5, Dec. 1976.
- 77- 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.
- 78- 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.
- 79- \_\_\_\_\_. & COONEY, J.P. The endodontically treated tooth. **Dent. Clin. N. Am.**, Philadelphia, **28**(4): 923-51, Oct. 1984.
- 80- 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.
- 81- TURNER, C.H. & WILLOUGHBY, A.F.W. The retention of vented-cast dental posts. **J. Dent.**, Oxford, **13**(4): 267-70, Dec. 1985.
- 82- UTTER, J.D.; WONG, B.H.; MILLER, B.H. The effect of cementing procedures on retention of prefabricated metal posts. **J. Am. dent. Ass.**, **128**(8): 1123-7, Aug. 1997.

- 83- ZEGHBROECK, L.V. Cements. Part I: Theoretical considerations. **J. esthet. Dent.**, Ontario, 7(2): 49-58, Mar. 1995.
- 84- ZMENER, O. Adaptation of threaded dowels to dentin. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, 43(5): 530-5, May 1980.

## OBRAS CONSULTADAS

1. G. M. S. (1980). *...*

- BARBOSA, A.C. **Novo dicionário da língua portuguesa.** 4.ed. São Paulo, Egéria, 1980. 716p.
- GUIA passo à passo do sistema adesivo dental All Bond 2.** São Paulo, Mosaner Dental Supply, s.d., 14p.
- 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 da resina composta Z100.** Campinas, 3M do Brasil, s.d., 34p.
- PERFIL técnico do ionômero de vidro de ativação tripla Vitremer .** Campinas, 3M do Brasil, s.d., 34p.
- PERFIL técnico do sistema adesivo dental Scotchbond Multi-Usso Plus.** Campinas, 3M do Brasil, s.d., 35p.
- 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.
- TECHNICAL manual of the compomer with advanced performance Dyract AP.** Konstanz, Germany, Dentsply De Trey GmbH, s.d., 31p.
- VIEIRA, D.F. **Propriedades dos materiais odontológicos (noções fundamentais).** São Paulo, Universidade de São Paulo, 1965. 159p.
- VIEIRA, S. **Como escrever uma tese.** São Paulo, Pioneira, 1991. 82p.
- VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística.** Rio de Janeiro, Campus, 1991. 203p.
- VIEIRA, S. **Metodologia científica para a área de saúde.** São Paulo, Savier, 1984. 98p.