

BRUNO CARLINI JÚNIOR

**INFLUÊNCIA DO REMANESCENTE DENTAL DO
TÉRMINO GENGIVAL E DA RETENÇÃO INTRA-
RADICULAR NA RESISTÊNCIA À FRATURA
DE RESTAURAÇÕES PROTÉTICAS**

Tese Apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas, para
Obtenção do título de Doutor em Clínica
Odontológica – Área de Dentística

PIRACICABA
2001

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

BRUNO CARLINI JÚNIOR

INFLUÊNCIA DO REMANESCENTE DENTAL DO
TÉRMINO GENGIVAL E DA RETENÇÃO INTRA-
RADICULAR NA RESISTÊNCIA À FRATURA
DE RESTAURAÇÕES PROTÉTICAS

Tese Apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas, para
Obtenção do título de Doutor em Clínica
Odontológica – Área de Dentística

ORIENTADOR: Prof Dr LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

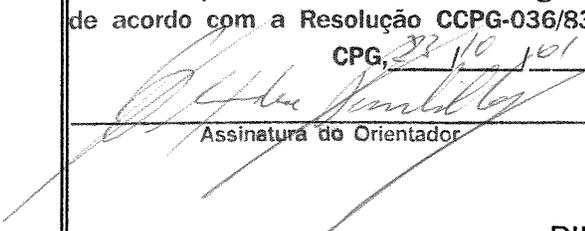
Banca examinadora: Prof Dr Akira Ishikiriyama
Prof Dr Jose Carlos Pereira

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

Prof Dr Luis Roberto Marcondes Martins
Prof Dr José Roberto Lovadino

CPG, 22/10/01

Prof Dr Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo


Assinatura do Orientador

PIRACICABA
2001

Ficha Catalográfica

C194i	<p>Carlini Júnior, Bruno.</p> <p>Influência do remanescente dental do término gengival e da retenção intra-radicular na resistência à fratura de restaurações protéticas. / Bruno Carlini Júnior. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2001. xii, 121p. : il.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo.</p> <p>Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Coroas (Odontologia). 2. Adesivos dentários. 3. Prótese dentária fixa. I. Paulillo, Luis Alexandre Maffei Sartini. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 31 de Julho de 2001, considerou o candidato BRUNO CARLINI JÚNIOR aprovado.

1. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

2. Prof. Dr. AQUIRA ISHIKIRIAMA

3. Prof. Dr. JOSÉ CARLOS PEREIRA

4. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO

5. Prof. Dr. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, pelo carinho, amor, pelos conselhos e apoio em todas as etapas da minha vida

Dedico este trabalho especialmente ao meu orientador, Dr Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo, pelo empenho com que desenvolve a sua profissão docente, pela dedicação com que conduz os seus trabalhos e pela especial atenção aos seus orientados

AGRADECIMENTOS

Ao Dr Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo, exemplo de competência, com muita dedicação mostrou-me o caminho da docência e da pesquisa, tornou-se mais do que orientador e professor, por preocupar-se com a pessoa além do aluno, demonstração de amizade e sinceridade,

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP nas pessoas do Diretor, Dr Antônio Wilson Sallum e Diretor Associado, Dr Frab Norberto Bóscolo,

À coordenadora dos cursos de pós graduação da Unicamp, prof^a Dr^a Altair Del Bell Cury,

À coordenadora do curso de pós-graduação em clinica odontológica, prof^a Dr^a Brenda PF de Almeida Gomes,

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo,

Aos professores de pós-graduação, em especial ao amigo Dr Francisco José de Souza Filho, que contribuiu para a minha formação de docente e ao amigo Dr Mario Fernando de Goes, pelos conselhos profissionais e conhecimento científico,

Aos professores da área de Dentística Restauradora, Dr Marcelo Giannini, Dr José Roberto Lovadino, Dr Luis André Freire Pimenta e ao grande amigo Dr Luis Roberto Marcondes Martins,

À Carolina, ex-funcionária da área de Dentística e em especial ao Casagrande que muito contribuiu para o desenvolvimento da fase experimental deste trabalho,

Aos colegas de pós graduação e amigos, em especial o grande companheiro Vicente Aragão de Paula Sabóia, Gisele Damiana Pereira Silveira e Nara Pereira D'Abreu Cordeiro, pessoas da minha mais alta estima e admiração,

Aos professores que compuseram a banca de qualificação da tese, prof Dr Macelo Giannini, prof Dr José Roberto Lovadino e prof Dr Simonides, que muito contribuíram com este trabalho,

Agradeço.

SUMÁRIO

	Página
Resumo.....	01
Abstract.....	03
1. Introdução.....	05
2. Revisão bibliográfica.....	11
3. Proposição.....	63
4. Materiais e Métodos.....	64
4.1. Materiais.....	64
4.2. Métodos.....	65
4.2.1. Delineamento experimental.....	65
4.2.2. Seleção dos dentes, limpeza e armazenamento.....	66
4.2.3. Padronização dos dentes e obtenção das dimensões.....	67
4.2.4. Inclusão dos dentes e obtenção do ligamento periodontal artificial.....	67
4.2.5. Tratamento endodôntico.....	68
4.2.6. Divisão em grupos experimentais.....	70
4.2.7. Confecção dos núcleos metálicos fundidos.....	72
4.2.7.1. Preparo do canal radicular.....	72
4.2.7.2. Obtenção dos padrões para fundição.....	72
4.2.7.3. Cimentação dos núcleos fundidos.....	74
4.2.8. Confecção dos pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento.....	77
4.2.8.1. Preparo dos canais radiculares e cimentação dos pinos.....	77
4.2.8.2. Confecção dos núcleos de preenchimento.....	78
4.2.9. Preparo protético.....	81
4.2.10. Coroas protéticas.....	81
4.2.11. Cimentação das coroas Metálicas.....	85
4.2.12. Ligamento periodontal artificial.....	86
4.2.13. Teste de resistência à fratura.....	86
4.2.14. Análise do padrão de fratura.....	88
4. 3. Delineamento estatístico.....	88
6. Resultados	90
7. Discussão.....	96
8. Conclusão.....	106
9. Referências Bibliográficas.....	108
10. Anexos.....	114

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão e a resistência à fratura de dentes bovinos tratados endodonticamente e restaurados através de coroas unitárias metálicas nas seguintes condições experimentais: presença ou não de remanescente dental coronário com 2 mm de comprimento; término gengival em ombro-biselado, chanfrado e ombro; e dois métodos de retenção intra-coronária, núcleo metálico fundido e pino metálico pré-fabricado paralelo rosqueado. Cento e vinte raízes bovinas receberam tratamento endodôntico e foram fixadas em cilindros de resina acrílica por meio de ligamento periodontal artificial para serem submetidas ao carregamento tangencial de compressão a 0,5 mm/min e 135°, até ocorrer a fratura. Os resultados (ANOVA/ DMMQ $\alpha=0,05$) demonstraram que houve diferença estatística para as condições término gengival (ombro biselado \geq chanfrado $>$ ombro), retenção intra-radicular (pino pré-fabricado $>$ núcleo metálico fundido) e presença de remanescente coronário (com remanescente $>$ sem remanescente); bem como para as interações remanescente x pino e remanescente x término, em que os grupos com remanescente apresentaram valores superiores aos grupos sem remanescente, com diferença estatística significativa. Foi possível concluir que a resistência mecânica de raízes reconstruídas proteticamente tem relação com a quantidade de remanescente coronário, método de retenção intra-radicular e formato de término gengival.

Palavras-chave: resistência, pino, núcleo, coroa, sistema adesivo

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate both the pattern and the fracture strength of bovine teeth endodontically treated through metallic unitary crowns under the following experimental conditions: presence or not of dental coronal structure with 2mm in length; cervical beveled shoulder, chamfered and shoulder; and two methods of intraradicular retention, cast post and core and parallel threaded prefabricated metallic posts. Endodontically treated 120 bovine dental roots were fixed to acrylic resin cylinders by means of artificial periodontal ligament, and then submitted to the compressive strength, at 135° and 0,5 mm/min, until reaching the fracture. The results (ANOVA/ DMMQ $\alpha=0,05$) showed statistical significance for the following conditions: cervical prosthetic design (beveled sholder \geq chanfer $>$ sholder), intraradicular retention (prefabricated posts $>$ cast post and core) and coronal structure (with 2 mm of coronal structure $>$ without dental structure); It was possible to conclude that the mechanical resistance of the restored roots is correlated with the amount of coronary dental structure, the intra-radicular retention method, and the prosthetic gingival shape.

keywords: strength, post, core, crown, adhesive system.

INTRODUÇÃO

Dentes tratados endodonticamente, com grande destruição de estrutura coronária, devem ser restaurados através de procedimentos que devolvam a sua função e ao mesmo tempo protejam o remanescente das cargas mastigatórias [ROSEN, 1961; MORGANO & BRACKET, 1999]. A reconstrução desses dentes é realizada em duas etapas, confecção de retenção intra-radicular e coroa protética [ROSEN, 1961]. Dentre os meios disponíveis para se reter a restauração indireta, os núcleos metálicos fundidos constituem-se no método mais tradicional de retenção, pois possuem as vantagens de se adaptarem ao longo do canal radicular, promovendo uma linha de cimento uniforme, alta resistência e longo controle clínico [BERMAN *et al.* 1989; WEINE *et al.* 1991; MORGANO, 1996]. Suas desvantagens são relativas à necessidade de moldagem e fase laboratorial, duas sessões clínicas para confecção e à presença de imperfeições originadas durante a sua fundição [MORGANO & MILOT, 1993].

Além dos núcleos fundidos, pode-se fornecer retenção e estabilidade à coroa protética através de pinos intra-radulares pré-fabricados. Estes sistemas apresentam grande variação de forma e característica superficial, e têm sido adotados pela sua praticidade, rapidez nos procedimentos de preparo do canal radicular e cimentação, geralmente realizados em uma única sessão [STANDLEE *et al.* 1978]. Dentre os mais utilizados estão os rosqueados paralelos [MORGANO & BRACKET, 1999], por fornecer retenção superior ao núcleo metálico fundido devido à sua forma [JONHSON & SAKAMURA, 1976; STANDLEE *et al.* 1978; ASSIF & FERBER, 1982; STANDLEE & CAPUTO, 1993] e por utilizar sistema adesivo [BEM-AMAR *et al.*,

1986] cimento resinoso para a sua fixação [ASSIF & BLEICHER, 1986; MENDOZA *et al.*, 1997]. Devido a sua associação com compósitos odontológicos e adesivos dentinários para a confecção do núcleo de preenchimento, permitem maior preservação de estrutura dental coronária [BRANDAL *et al.* 1987; COHEN *et al.*, 1997] e adequada resistência [CHANG & MILSTEIN, 1993; ANUSAVICE, 1996; REAGAN *et al.*, 1999]; . Suas desvantagens são a limitada resistência mecânica do núcleo de preenchimento, a falta de adaptação ao terço cervical do canal radicular e a escassez de estudos clínicos que comprovem sua eficácia e avaliem a sua longevidade [MORGANO, 1996].

Os pinos são tradicionalmente utilizados com os objetivos de fornecer retenção ao núcleo e coroa protética e reforçar o remanescente radicular [SHILLINGBURG, 1997]. No entanto, tem sido demonstrada a incapacidade desses pinos em aumentar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente [GUZY & NICHOLLS, 1979; TROPE *et al.* 1985; CARLINI, 1999], pois, aplicada uma força oblíqua, as tensões de tração e compressão se concentram principalmente na superfície dental, diminuindo em direção ao centro geométrico do dente, onde se localiza o pino [YETRAM *et al.*, 1976; ASSIF & GORFIL, 1994]. Deste modo, a principal função do pinos é fornecer retenção e estabilidade ao material restaurador [TROPE *et al.* 1985; ASSIF *et al.*, 1993; ASSIF & GORFIL, 1994; MANNING *et al.*, 1995].

A resistência à fratura do dente está principalmente relacionada à quantidade de estrutura dental remanescente [ASSIF & GORFIL, 1994; MANNING *et al.*, 1995]. Assim, a dentina coronária deve ser preservada para que faça parte do núcleo durante o preparo protético. As coroas protéticas, quando envolvem dentina

na parede axial do preparo podem proteger o remanescente dental contra fraturas longitudinais [ASSIF & GORFIL, 1994;], portanto o tipo de término gengival pode ter influência na resistência do dente [SORENSEN & ENGELMAN (1), 1990].

Dentre as formas de término gengival, o preparo em ombro biselado foi defendido por ROSEN [1961] e por ROSNER [1963], por apresentar como vantagens a redução de falhas durante a fundição, proteção das margens do dente contra fratura, melhor adaptação da prótese e o estabelecimento de uma retenção circumferencial em torno da raiz. Este componente circumferencial foi mais tarde definido por EISSMAN & RADKE [1987] como “ferrule”, na língua portuguesa virola* . A ação da virola sobre a raiz é conhecida como “ferulle effect” - efeito de abraçamento, e pode proteger o remanescente dental contra fraturas longitudinais [GELFAND *et al.* 1984]. Posteriormente, SORENSEN & ENGELMAN (1) [1990] demonstraram que a preservação de pelo menos 1 mm de estrutura dental coronária e seu envolvimento na parede axial do preparo fornece um efeito de abraçamento com efetividade superior ao próprio bisel, e ainda que é capaz de diminuir o efeito de alavanca e de cunha dos pinos intra-radulares sobre a raiz.

Porém, este bisel coberto por uma cinta metálica não é estético, inviabilizando sua utilização em dentes anteriores, principalmente quando a linha do sorriso for alta [SHILLINGBURG, 1997]. Com a crescente utilização das ligas não-nobres, também surgiu a dificuldade em se reproduzir preparos com termos em que a espessura de metal é mínima, devido ao menor escoamento da liga e pela

* GALVÃO FILHO, SOLON. Dicionário OdontoMédico Português – Inglês. 2 Ed. SANTOS. São Paulo, 1999.

impossibilidade de readaptação da mesma através do brunimento após a cimentação [SHILLINGBURG, 1997].

Para o preparo do dente, outros términos gengivais podem ser recomendados. O término em ombro fornece um maior volume de material na porção gengival da prótese que se mantém com uma espessura semelhante em todo o preparo, além de ser de fácil confecção e reprodução [SHILLINGBURG, 1997; MEZZOMO, 1994]. Porém, quando recoberto por metal, pode gerar maior desadaptação da coroa em relação à raiz [MEZZOMO *et al.*, 1994], favorecendo a infiltração marginal e a dissolução da camada de cimento. Outro aspecto importante é que o término em ombro não oferece forma de resistência circunferencial para ser abraçado pela coroa – virola.

Términos arredondados como o chanfrado têm sido indicados para diversos materiais, em especial para coroas metalocerâmicas, por fornecerem adequada resistência ao metal e espaço suficiente para a faceta estética, além de permitir adequado escoamento da liga durante a fundição [MEZZOMO *et al.*, 1994]. Por ser côncavo e sem reentrâncias, o término em chanfrado diminui a concentração de tensões sobre a dentina radicular [FARAH & CRAIGH, 1974], e fornece uma linha de término bem definida e com um grau de adaptação semelhante aos preparos em ombro biselado [SHILLINGBURG, 1997].

Diante do exposto, a escolha do tipo de término gengival é um importante passo durante a reconstrução dental, por influenciar na resistência e retenção da coroa protética, na estética e na distribuição do carregamento mastigatório à raiz [FARAH & CRAIGH, 1974]. Embora demonstrem correlação entre término e

quantidade de remanescente coronário, SORENSEN & ENGELMAN, em 1990, não incluíram o término em chanfrado em seu experimento, já ISIDOR *et al.*, em 1999, utilizou o término em chanfrado, porém, não comparando-o à outras formas de término gengival. Diante disso, há necessidade de se avaliar a influência do término em chanfrado na resistência à fratura de raízes tratadas endodonticamente em função da retenção intra-radicular e da quantidade de remanescente dental coronário.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em 1937, COODLIDGE avaliou a espessura da membrana periodontal e suas variações entre 172 dentes humanos. Avaliou também as diferenças dessa medida em um mesmo dente, observando que a média da espessura da membrana periodontal de um dente unirradicular era em torno de 0,26 mm. A média dessa espessura na crista alveolar foi em torno de 0,39 mm, 0,17 mm no centro da raiz e 0,21 mm próximo ao seu ápice. O autor observou que a espessura do ligamento periodontal variava com a faixa etária, diminuindo com o avanço da idade. Também notou diminuição na espessura do ligamento em dentes com função oclusal pesada.

ROSEN, em 1961 preocupou-se em estabelecer diretrizes para a correta reconstrução de dentes fragilizados. Através de uma revisão de literatura, o autor alerta para a perda de umidade decorrente do tratamento endodôntico, que torna a dentina friável e inelástica. Além disso, considera a facilidade com que esses dentes desenvolvem lesões periapicais. Recomenda procedimentos que reforcem o dente e, para isso, indica a confecção de núcleos metálicos fundidos e coroa protética abraçando o término gengival, prevenindo ocorrência de fraturas sob cargas mastigatórias, o que pode resultar no aumento da sua longevidade.

ROSNER, em 1963, publicou um artigo sobre a importância da confecção do bisel em preparos para coroas metálicas com ligas áureas. O autor cita que

as funções do bisel são: reduzir as falhas inerentes aos métodos de fundição e cimentação, proteção do dente nas margens, permitir readaptação da peça após a cimentação e desenvolver retenção circunferencial. Justifica que a adaptação da coroa é parcialmente corrigida pelo bisel, que aproxima as margens das restaurações ao preparo, devido a angulação da peça. Descreve ainda que a retenção circunferencial aumenta a retenção e estabilidade da restauração, além de prevenir fraturas e fornecer proteção radicular ao dente não vital.

FARAH & CRAIG, em 1974, realizaram um trabalho de análise fotoelástica tridimensional de tensões produzidas por três configurações de término marginal para coroas protéticas. Foram comparados os termos do tipo ombro, chanfrado e lâmina de faca. A análise do estresse observado nos modelos demonstrou um padrão de distribuição de tensões semelhante em relação aos termos em forma de ombro e lâmina de faca, porém com diferença estatística em relação ao término em chanfrado, que demonstrou a menor concentração de tensões. Diante disso, os autores concluíram que a mudança de configuração do término do preparo pode modificar a distribuição de tensões sobre o dente, e que o preparo tipo chanfrado proporcionou os melhores resultados.

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

YETTRAM *et al.*, em 1976, analisaram a distribuição das tensões em dentes naturais e dentes restaurados com coroas protéticas sob carregamento vertical e oblíquo, através de modelos matemáticos denominados de análise de elementos finitos. Os resultados demonstraram um importante papel do esmalte em distribuir as forças. Os carregamentos verticais tendem a se dissipar ao redor da estrutura de esmalte, enquanto que a dentina permanece com tensões relativamente baixas. O esmalte próximo da junção amelo-cementária é altamente tensionado, e através dessa região transmite a maior parte das cargas para a raiz. Consequentemente, uma restauração que atinge esta região estaria submetida a alta tensão nessa mesma região. Os autores sugerem que essas tensões poderiam ser responsáveis pela sensibilidade mediante a cimentação de coroas protéticas. A remoção do esmalte e colocação de uma coroa protética resultou em distribuição de tensões semelhantes às apresentadas pelo esmalte, onde as cargas se transmitem ao longo da coroa protética, ficando a parte central da dentina sujeita a um mínimo de tensões. Houve uma concentração de tensões na região gengival da raiz ligeiramente maior do que na coroa natural. Com isso, a linha de cimentação pode ser degradada com o tempo. Quando a carga foi aplicada obliquamente, as tensões sobre a dentina foram maiores que nos dentes naturais. Deste modo é recomendado pelos autores a confecção de coroas com planos cuspídeos menos inclinados, diminuindo a força de alavanca sobre o núcleo de dentina.

JOHNSON & SAKAMURA, em 1976, estudaram a resistência à tração de pinos pré-fabricados em função da variação da sua forma, comprimento e diâme-

tro. Sessenta incisivos centrais humanos foram selecionados e divididos em grupos experimentais para receberem pinos paralelos e cônicos com 7, 9 e 11 mm de comprimento. Para cada comprimento, os pinos ainda variaram em diâmetro, entre 0,8 e 1,2 mm na parte apical do pino. Os resultados demonstraram que os pinos com 11 mm de comprimento foram significativamente mais retentivos que os pinos com 7 ou 9 mm de comprimento, que não diferiram entre si. O maior diâmetro resultou em maior resistência à tração. Porém os autores sugerem que a retenção deve ser principalmente confeccionada às expensas do comprimento do pino, preservando estrutura dentinária do canal radicular. Comparando-se a forma dos pinos, os resultados mostraram que foi necessário 4,5 vezes mais força para remover os pinos paralelos quando comparados aos cônicos. Os autores relataram que para os pinos cônicos a falha se localizou principalmente entre o pino e o agente de cimentação. Para os paralelos, parte do agente de fixação é retido pelas roscas do pino e a fratura ocorre entre a espessura do cimento, requerendo maior força para sua remoção.

A fim de estudar a capacidade retentiva dos pinos intra-radulares em função da técnica de cimentação, dimensões e características superficiais, STANDLEE *et al.* [1978] realizaram testes de resistência à tração entre três diferentes configurações de pinos – cônico, paralelo serrilhado e paralelo rosqueado – e três diferentes cimentos – fosfato de zinco, carboxilato e resinoso. Ainda, introduziram variações de diâmetro e comprimento para cada situação experimental. Concluíram que os pinos paralelos rosqueados são mais retentivos que os cônicos. O

aumento do comprimento resultou em maior retenção. O efeito do cimento foi observado somente para os pinos cônicos. Além disso, concluiu que o aumento do diâmetro dos pinos não resultou em aumento significativo na retenção sob testes de resistência a tração.

MILLER, em 1978, através de um artigo, descreveu uma técnica para confecção de núcleos metálicos fundidos através de confecção de um padrão de resina acrílica na cavidade bucal. Descreve que o núcleo deve ter uma conicidade mínima, evitando desgaste de estrutura dental. Afirma que este método resulta em menor remoção de dentina do que utilizando pinos pré-fabricados cilíndricos, que diferem da anatomia do canal, resultando em remoção de dentina na porção mais apical do preparo.

O propósito do estudo de TRABERT *et al.* [1978] foi determinar a resistência à fratura, sob força de impacto, de incisivos centrais superiores restaurados com compósito odontológico com ou sem pino intra-radicular. Foram correlacionados os efeitos do preparo endodôntico, diâmetro do pino e variações nas dimensões dos dentes com os valores de resistência. Além disso, estudaram o padrão de fratura dos dentes. Os dentes foram incluídos em blocos de acrílico através de adesivo a base de silicone, que simulava o ligamento periodontal. A carga de impacto incidiu na face vestibular do dente, num ângulo de 90° em relação ao seu longo eixo. Observaram que não houve significativa diferença na resistência à fratura entre dentes íntegros e dentes tratados endodonticamente restaurados so-

mente com resina compostas ou restaurados com resina e pinos de diâmetro maior. Também não encontraram diferenças nos padrões de fratura para os vários tipos de tratamentos. Notou-se que raízes com maiores comprimentos são mais resistentes à fratura. A maior resistência ao impacto foi obtida para os dentes restaurados com pinos de menores diâmetros e, por isso, concluíram que pinos com diâmetros menores promovem mais reforço que pinos com diâmetros maiores.

Em 1979, GUZY & NICHOLLS realizaram um trabalho para avaliar a influência de pinos intra-radulares na resistência à fratura de dentes com acesso endodôntico conservativo. Foram selecionados 59 dentes, divididos em dois grupos: o dos caninos inferiores e o grupo dos incisivos centrais superiores, sorteados conforme suas dimensões. Pinos cônicos e rosqueados, foram fixados com cimento de fosfato de zinco. Para os dentes serem incluídos em cilindros metálicos, foi aplicado sobre a raiz o material de impressão *Elasticon* (Kerr), formando um ligamento periodontal artificial. Uma Máquina Universal de Ensaio - Instron foi utilizada para aplicar uma carga axial de compressão. O registro das linhas de fratura foi realizado através de um microscópio ótico com um aumento de 25 vezes. Os resultados demonstraram não haver diferença na resistência à fratura de dentes com ou sem pinos intra-radulares, sejam eles incisivos centrais ou caninos inferiores. Contudo, evidenciou-se que nos dentes com pinos a fratura ocorreu através do corpo do pino intra-radicular.

ASSIF & FERBER, em 1982, propuseram-se a comparar a resistência à tração de pinos pré-fabricados cimentados através de compósito restaurador e cimento de fosfato de zinco. Foram utilizados 2 tipos de pinos metálicos: um serrilhado com sulcos de escape e um pino cônico rosqueado. Utilizaram 100 raízes de incisivos centrais, divididos em 5 grupos de 20 dentes, que receberam os seguintes tratamentos: G1) Parapost cimentado com cimento de fosfato de zinco; G2) Parapost cimentado com resina composta; G3) Dentatus sem agente de cimentação; G4) Dentatus com cimento de fosfato de zinco; G5) Dentatus com resina composta. No grupo 2, o canal foi ampliado 250 μm além do diâmetro do pino, obtendo-se uma linha de cimentação 10 vezes maior que a recomendada pela literatura. A força de tração foi aplicada a uma velocidade de 80mm/min. Os resultados mostraram que o compósito restaurador Prosthodont foi superior independente do tipo de pino. Pinos que foram inseridos sem cimento apresentaram os menores valores de resistência à tração. Concluíram, ainda, que a espessura do agente de cimentação não é determinante na retenção quando utilizado compósito para fixação de pinos ao canal radicular.

Através de um modelo matemático denominado análise de elementos finitos, PETERS *et al.*, em 1982, registraram as tensões geradas por pinos intraradiculares em dentes tratados endodonticamente e restaurados com coroa protética, relacionando principalmente o efeito da espessura da camada e tipo de cimento. Para calcular o comportamento do material testado frente à aplicação de cargas, foram fornecidas propriedades como módulo de elasticidade e proporção

de Poisson. Os resultados demonstraram que os pinos de menor diâmetro concentram maior tensão sobre as paredes do canal radicular. Independente da forma do pino, as tensões concentraram-se principalmente nas suas terminações apicais, com maior intensidade para os pinos cônicos. Demonstraram que para pinos mais longos, há uma distribuição mais uniforme das tensões. Quando estudaram as tensões sobre a linha de cimento, notaram que a concentração de tensões era alta para todas as formas de pinos estudadas. Comparando pinos retidos por fricção e cimentados, detectaram concentração de tensões 50% maiores nos pinos retidos por fricção. Os autores concluem o artigo afirmando que deve ser dada preferência a pinos cilíndricos de diâmetros maiores, respeitando os limites das raízes. Quando a união entre pino e canal foi imperfeita, houve alta concentração de tensões, destacando a importância de ótima união entre pinos e paredes do canal, o que pode ser obtido pelo uso de agentes resinosos.

GELFAND *et al.* [1984] realizaram um estudo comparando raízes restauradas com vários sistemas de pinos e núcleos com e sem cobertura protética. Os grupos foram divididos em: Parapost e núcleo de amálgama; Parapost e núcleo de compósito; pino e núcleo de amálgama; pino e núcleo de compósito; núcleo metálico fundido; dentes íntegros como controle. Todos os grupos foram repetidos, agora incluindo preparo protético e cobertura com coroa metálica abraçando 1 mm de estrutura dental. Quando avaliados apenas os núcleos, houve diferença estatística entre os grupos experimentais. Quando os dentes receberam cobertura protética, não houve diferença entre os grupos, sendo todos superiores

aos grupos sem prótese. Os autores afirmam que o tipo de reconstrução não contribui significativamente para a resistência dental quando os dentes recebem cobertura protética com 1 mm de abraçamento gengival. Os autores também discutem a necessidade da presença do pino, pois o grupo reconstruído apenas com núcleos em compósito não apresentou diferença nos valores de resistência em comparação aos grupos restaurados com pinos, em dentes tratados endodonticamente frente ao teste de compressão.

SORENSEN & MARTINOFF, em 1984, realizaram um estudo retrospectivo comparando pinos pré-fabricados aos núcleos de preenchimento de 6.000 pacientes de 9 dentistas. Os dentes foram examinados e comparados através dos vários métodos de reconstrução intracoronária - pinos fundidos, pinos pré-fabricados e núcleo de amálgama ou resina, pinos rosqueados, núcleo em amálgama puro ou resina pura - , comprimento do pino e tipo de falha - deslocamento do pino, fratura da raiz, vertical ou oblíqua e falha iatrogênica como perfurações. Aproximadamente 65% dos dentes avaliados não receberam pinos intraradiculares ou núcleos, e o padrão de sucesso destas restaurações foi de 89,9%. Dos dentes com reconstrução intracoronária, o método mais empregado foi o núcleo metálico fundido, que apresentou sucesso de 87,3%. O segundo método mais utilizado foi pino pré-fabricado com núcleo de amálgama ou compósito, com um padrão de sucesso de 97,7%. Os métodos menos utilizados foram reconstruções intra-coronárias somente com amálgama de prata ou com resina sem a presença de pinos, com sucesso de 100%. A reconstrução de dentes com núcleo de amál-

gama retido à pinos intradentinários foi o método menos utilizado e o de menor sucesso. A maioria das fraturas ocorreram por falha restauradora. Dos dentes restaurados sem reconstrução intracoronária, 97% das falhas foi por causa de fratura, sendo 60 % restauráveis. Os dentes restaurados com núcleos fundidos resultaram em 39% de extrações e 61% de dentes restauráveis. Dentes sem pinos apresentaram sucesso de 89,8%, com pinos curtos o sucesso foi de 85,1%, e com pinos longos, 97,5% a 100% de sucesso. Os autores concluem que dentes restaurados com pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento apresentam o menor índice de falhas, e resultam em fraturas favoráveis à reconstrução dental em comparação com núcleos metálicos fundidos. Quando o pino excede o tamanho da coroa, o índice de sucesso pode ultrapassar 97%.

LINDE, em 1984, finalizou um estudo clínico de 10 anos sobre núcleos de preenchimento em resina composta em dentes tratados endodonticamente e recobertos por coroa protética com liga de ouro. Cinquenta e nove dentes, de 42 pacientes, foram restaurados pelo autor em condições diversas como retentores de prótese unitária, e retentores de próteses fixas entre 3 e 7 elementos. Dentre estes, 40% eram pré-molares superiores e 27% caninos e incisivos superiores. Foram avaliadas as condições restauradoras, periodontais e endodônticas, através de exames clínicos e radiográficos. Os resultados demonstraram que 12% dos dentes foram perdidos durante o período de observação, devido à presença de cárie ou fratura longitudinal. Neste estudo, 50% dos casos falharam num período de 6 anos. A principal causa das falhas foi o aparecimento de cárie secundária em

torno da raiz. Além disso cita que a variação térmica dos núcleos de compósito provavelmente impossibilite uma boa união com a coroa protética através de cimentos não adesivos. O autor conclui que os compósitos podem ser adequadamente utilizados como material para núcleo de preenchimento sob restaurações indiretas.

Segundo TJAN & WHANG [1985] o efeito de abraçamento não foi capaz de aumentar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Foi estudado a influência da espessura da parede dentinária vestibular da raiz na resistência à fratura. As raízes, incluídas em resina com a simulação do ligamento periodontal, foram divididas em 4 grupos restaurados através de núcleos fundidos cimentados com fosfato de zinco e coroas protéticas metálicas fixadas com o mesmo cimento: raízes com 1 mm de espessura de parede de dentina vestibular; raízes com 2 mm de espessura de parede; raízes com 3 mm de espessura de parede; raízes com 1 mm de espessura da parede e preparo em bisel em 60°. Os autores não encontraram diferença estatística entre os grupos experimentais, concluindo que a espessura da parede da dentina não influencia na resistência à fratura. Citam ainda que, ao contrário do que se acredita, o colar metálico não contribui para o aumento da resistência à fratura.

A influência do pino intra-radicular na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente foi pesquisada por TROPE *et al.*, em 1985. Os autores utilizaram 64 incisivos centrais superiores, que foram tratados endodonticamente e

divididos em oito grupos para receberem os seguintes tratamentos: G1) restauração da câmara pulpar com compósito Concise (3M); G2) condicionamento ácido e restauração do acesso; G3) desobturação de 10 mm de guta percha, condicionamento ácido total e restauração do canal e acesso endodôntico com compósito; G4) desobturação e preparo do canal com brocas do sistema Parapost, condicionamento ácido do acesso e restauração com resina composta, mantendo o canal radicular vazio; G5) mesmo procedimento do grupo anterior, com a diferença de que o canal foi preenchido com resina sem condicionamento ácido prévio; G6) preparo do canal e cimentação do pino Parapost através do cimento de fosfato de zinco e o acesso restaurado com resina composta; G7) o canal foi preparado da mesma maneira descrita anteriormente, porém foi realizado condicionamento ácido e preenchimento total do canal com resina; G8) após o preparo do canal e condicionamento ácido, o pino foi cimentado com resina composta. Os dentes foram submetidos ao carregamento tangencial de compressão, num ângulo de 50°. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa entre os tratamentos onde não foi realizado o preparo do canal radicular. Os dentes com preparos dos canais, que permaneceram vazios, mostraram resultados inferiores aos demais. Grupos restaurados através de pinos apresentaram resistência superior aos grupos onde os canais foram preparados e deixados vazios, e resistência inferior aos grupos onde não foi feito preparo do canal. Dentre os grupos onde foi confeccionado o preparo do canal radicular, a maior resistência foi obtida no grupo 7, cujos canais radiculares foram preparados, condicionados com ácido fosfórico e preenchidos com resina composta. No entanto, este grupo não mostrou diferença

estatística em relação aos grupos em que os canais não foram preparados. Concluíram que pino intra-radicular não é capaz de reforçar dentes tratados endodonticamente mas ao contrário, o preparo do canal para receber o pino pode enfraquecer o dente, deste modo deve ser utilizado apenas quando for necessário retenção para o material restaurador.

BEN-AMAR *et al.*, em 1986, testaram a retenção de um pino pré-fabricado, cimentado no interior do canal radicular através de agente resinoso, combinado a dois diferentes sistemas adesivos dentais. Selecionaram 63 raízes de incisivos, caninos e pré-molares para a remoção da coroa e do ápice radicular, padronizando o comprimento do canal em 7 mm. As raízes foram divididas em três grupos, que receberam o pino Dentatus nº 4, cimentado através da resina Silar, precedida da aplicação do sistema adesivo Scotchbond no primeiro grupo e do sistema adesivo de esmalte Concise no segundo grupo. No grupo controle não foi aplicado sistema adesivo. Os resultados demonstram que o agente adesivo dentinário Scotchbond foi significativamente mais retentivo que o agente adesivo para esmalte dental e o grupo controle, que não diferiram entre si. Os autores indicam o uso de sistema adesivo dentinário para cimentação de pinos intra-radulares.

Determinar o efeito da espessura do agente de cimentação na retenção de pinos intra-radulares serrilhados foi o objetivo do estudo de ASSIF e BLEICHER, em 1986. Neste experimento, utilizaram 125 dentes divididos em 5 grupos, que receberam diferentes tratamentos: G1) pinos de 1 mm de diâmetro e canal

com preparo de 1,25 mm de diâmetro; G2) pinos de 1mm de diâmetro, cimentados em canais com 1,5 mm; G3) pinos de 1,25 mm de diâmetro e canais com 1,5 mm de diâmetro; G4) pino de 1,25 mm de diâmetro e canal com 1,75 mm; G5) pinos de 1,5 mm de diâmetro e canais com 1,75 mm de diâmetro. Para cimentação dos pinos foi utilizado agente resinoso Prosthodont. As raízes unirradiculares foram incluídas em blocos acrílicos e levadas à Máquina Universal de Ensaio para o teste de resistência à tração, numa velocidade de 50 mm por minuto, no sentido do longo eixo dos pinos. Concluíram que variações superiores a 500 μ m não influenciam na retenção dos pinos quando utilizaram cimento resinoso. Não perceberam influência do diâmetro do pino na resistência a tração. Deste modo, os autores recomendam a utilização de pinos de menores diâmetros associados a cimentos resinosos, preservando maior quantidade de estrutura dental intrarradicular.

BRANDAL *et al.*, em 1987, compararam a resistência à fratura de dentes anteriores restaurados através de pinos pré-fabricados e núcleos em resina composta, amálgama e ionômero de vidro. Para isto, quarenta e cinco raízes receberam tratamento endodôntico e foram divididas em três grupos: G1 - pinos intra-dentinários e núcleo em amálgama; G2 - pino intra-radicular e núcleo em resina composta; G3 - núcleo em ionômero de vidro sem quaisquer pinos. Todos os dentes foram preparados para receber coroa protética, sendo que o término do tipo ombro em ângulo vivo envolvia 1 mm de estrutura dentinária. O carregamento foi aplicado num ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente, a uma veloci-

dade de 5 cm/min. Os resultados demonstraram haver diferença estatística entre os três grupos, sendo que a maior média de resistência à fratura foi a do grupo restaurado com pinos intra-radulares e núcleo em compósito, seguido pelo grupo dos pinos intra-dentinários e núcleo em amálgama e pelo grupo restaurado através de ionômero de vidro convencional. Os valores do grupo restaurado com o ionômero de vidro apresentaram resultados inferiores aos da carga mastigatória dos anteriores (16 kg), por isso os autores contra-indicam a sua utilização clínica. Comparam os resultados aos de estudos prévios, em que utilizaram a mesma metodologia para confecção de núcleos metálicos fundidos, apresentando resultados inferiores aos do grupo restaurado com compósito. Atribuem a superioridade do grupo 2 à forma geométrica dos pinos pré-fabricados que, por serem paralelos, evitam o seu desalojamento. Discutem as vantagens dos núcleos em resina composta que, além da superior resistência, permitem uma maior preservação de estrutura dental sadia.

LEARY *et al.*, em 1987, avaliaram a influência de pinos pré-fabricados sobre a resistência e limite elástico da dentina de raízes humanas. Amostras foram preparadas variando-se o diâmetro dos canais e o comprimento de inserção dos pinos nos canais radulares. Os resultados demonstraram que a estrutura removida das paredes do canal radular enfraquece consideravelmente a raiz, e que a cimentação de pinos intra-radulares pré-fabricados recupera apenas parte dessa resistência perdida.

Através de um modelo de fotoanálise, HUNTER *et al.* [1989], estudaram os efeitos do tratamento endodôntico, preparo do canal para receber pinos pré-fabricados e a sua cimentação em raízes de incisivos centrais. Os resultados indicaram que a remoção de estrutura dentinária do canal radicular aumenta a concentração de tensões nas paredes e, assim, a suscetibilidade à fratura. Variando o diâmetro dos pinos, verificaram melhor adaptação dos pinos mais largos ao longo do canal radicular. Contudo, os maiores diâmetros em pinos mais curtos podem aumentar a concentração de tensões na região apical, devido à mudança abrupta na forma do pino nessa região. Os autores concluem que a cimentação de pinos intra-radulares em dentes com o canal tratado conservadoramente é desnecessária. No entanto, recomendam a sua utilização em canais demasiadamente alargados, acreditando que esses dentes serão reforçados.

BERGMAN *et al.*, em 1989, realizaram um levantamento sobre dentes tratados endodonticamente restaurados através de núcleo metálico fundido. Selecionaram 96 casos através de fichas catalogadas e observaram um sucesso de aproximadamente 90%. Concluíram que os tradicionais núcleos metálicos fundidos podem ser adequadamente recomendados como meio de retenção para restaurações indiretas, e que as falhas no tratamento endodôntico não tiveram correlação com o tipo de tratamento protético.

BARKHORDAR *et al.*, em 1989, estudaram o efeito do colar metálico confeccionado a partir de núcleos fundidos sobre a resistência de raízes tratadas

endodonticamente. Foram selecionadas 20 raízes e divididas em dois grupos, o primeiro restaurada sem o envolvimento do remanescente dental, e o segundo grupo com um colar metálico de 2 mm de altura, confeccionado a partir de um término em bisel. Os núcleos foram fixados com cimentos de fosfato de zinco. As forças oblíquas durante o teste de compressão foram aplicadas pela face palatina, a velocidade de 5 cm/min. Os resultados demonstraram que houve diferença estatística entre os grupos experimentais, sendo que o grupo com colar metálico demonstrou uma média de resistência superior. O padrão de fratura para o grupo sem colar metálico foi inferior, demonstrando fraturas longitudinais da raiz.

ASSIF *et al.*, em 1989, desenvolveram um estudo de fotoanálise para avaliar as tensões transferidas dos dentes restaurados para as estruturas de suporte. Foram construídos modelos variando a técnica de restauração indireta: Dente intacto; dente com tratamento de canal e coroa protética metálica; dentes com pinos pré-fabricados paralelo e cônico e núcleo de preenchimento de resina; dente com núcleo metálico fundido e coroa protética. Os autores citam que a colocação de pinos intra-radulares em dentes extensamente destruídos não diminuiu a concentração de tensões na região do limite amelo-cementário. Também observaram que não houve distribuição homogênea das tensões ao longo dos pinos. Explicam que os pinos metálicos possuem um módulo de elasticidade muito superior ao do dente e tem o potencial de criar tensão apical e fraturas na dentina da raiz sob forças mastigatórias. As forças laterais podem ser mais prejudiciais e criam uma tensão de alavanca sobre a raiz, principalmente na região gengival, expli-

cando a alta incidência de fraturas nessa região do dente. Relatam que, sob forças laterais a espessura da dentina em torno do canal tem um papel importante na resistência da raiz à fratura. Foi observado que a colocação da coroa protética, com colar de 2 mm de altura, eliminou a diferença entre os tipos de reconstrução, tornando a influencia do tipo de pino insignificante para a distribuição de forças.

VOLWILER *et al.*, em 1989, estudaram a resistência à fratura de três materiais utilizados como núcleos de preenchimento em associação a dois pinos pré-fabricados. A análise dos resultados não demonstrou diferença estatística entre os pinos ou entre os materiais restauradores associados aos pinos. Porém, foi observada correlação positiva entre diâmetro vestibulo-lingual das raízes e resistência à fratura. O padrão de fratura foi o mesmo para todas as amostras, que apresentaram desalojamento do núcleo juntamente com o pino e a coroa. Provavelmente, a perda de retenção dos pinos se deva o fato de terem sido fixados através de cimento fosfato de zinco, que apresentou falha coesiva em todas as amostras. Os autores sugerem que um remanescente coronário maior que 1 mm poderia resultar em valores de resistência à fratura superiores aos obtidos.

SORENSEN & ENGELMAN (1), em 1990, estudaram a resistência à fratura de dentes com diferentes tipos de término gengival para obter o efeito de abraçamento através da “ferrule” ou virola. Definem a virola como uma banda circumferencial metálica ao redor da margem gengival do preparo do dente, que tem por objetivo melhorar a resistência dental contra as forças de alavanca, contra o

efeito de cunha dos pinos cônicos e contra as tensões geradas durante a inserção do pino. Sessenta incisivos centrais tiveram suas coroas removidas, permanecendo 15 mm de comprimento para os grupos 1 e 2, e 17 mm de comprimento para os grupos 3 a 6. Os dentes foram restaurados com núcleos metálicos fundidos e coroas protéticas metálicas. Foram estudados os preparos ombro em 90°, ombro biselado e preparos em 130°, com e sem 1 mm de remanescente dentinário oclusal à margem do preparo. Os resultados do teste de resistência à compressão demonstraram que independente do tipo de término, quando havia 1 mm de estrutura coronária envolvida pelo preparo, a resistência à fratura foi aumentada. Os autores também demonstraram que o remanescente axial do preparo é mais efetivo em aumentar a resistência à fratura do que o bisel isoladamente. Assim, complementam a definição de virola como uma banda metálica que envolve o término do preparo ou a parede axial do preparo, fornecido pela coroa protética e não pelo núcleo.

SORENSEN & ENGELMAN (2), em 1990, estudaram o efeito da adaptação entre pinos intra-radulares e as paredes do canal radicular na resistência à fratura de incisivos centrais. Quatro grupos de dez raízes receberam núcleos metálicos fundidos e coroas protéticas, em que variavam a conicidade e adaptação dos núcleos ao canal radicular, cimentados com fosfato de zinco. O carregamento tangencial de compressão foi aplicado num ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente. Os resultados mostraram que, para os pinos cônicos, quanto maior a adaptação do pino ao canal, maior será a resistência à fratura. Todavia, o pa-

drão de fratura é desfavorável à reconstrução. Os pinos com conicidade exagerada resultaram em fraturas mais destrutivas, que atingem o terço apical da raiz. Para os pinos paralelos, o padrão de fratura foi mais favorável e a variação da adaptação ao canal não alterou significativamente os valores de resistência à fratura.

LONEY *et al.* [1990] avaliaram o efeito de abraçamento através de uma virola de 1,5 mm de altura através de análise de estresse por fotoelasticidade em modelo tridimensionais. O efeito de abraçamento neste estudo foi desenvolvido pelo envolvimento da dentina pelo próprio núcleo metálico. Foi notada diferença estatística entre as amostras com e sem virola em relação a distribuição de tensões. A amostra sem colar metálico demonstrou menor concentração de tensões na região gengival e na parede lingual da raiz, enquanto que, nas demais regiões da raiz não houve diferença estatística entre os grupos. Aplicando a força pela face lingual do núcleo, foi registrada uma maior concentração de tensão na parede lingual da raiz junto ao ápice para ambas amostras. Embora a virola não tenha contribuído para a diminuição das tensões sobre a raiz, a distribuição geral das forças foi mais equilibrada do que no grupo sem virola. Os autores sugerem que o colar metálico poderia unificar as estruturas remanescentes.

FELTON *et al.*, em 1991, estudaram a incidência de fraturas radiculares em função das características superficiais dos pinos intra-radiculares em 140 pré-molares que receberam núcleos metálicos fundidos, pinos pré-fabricados de

diferentes características e grupos onde o canal não foi preparado. Após a inserção dos pinos os espécimes foram desmineralizados e clareados para identificar a existência de linhas de fratura. Não observaram variação entre os grupos que continham pinos. Porém, comparando com os grupos em que o canal não foi preparado observou-se maior susceptibilidade à fratura nos grupos em que o pino foi cimentado, devido a maior deformação das paredes dentinárias. Na discussão, alertam sobre a concentração de tensões durante a cimentação e recomendam pinos com canaletas para minimizar a pressão hidrodinâmica durante a cimentação. Observaram, ainda, que a maioria das fraturas ocorreram nas faces mesiais e distais das raízes, devido à menor espessura dentinária.

Em 1991, ROSS *et al.* analisaram as tensões geradas sobre o remanescente radicular durante a colocação de 5 tipos de pinos intra-radulares. Vinte e cinco incisivos centrais superiores com 1 mm de remanescente coronário foram preparados. Cada grupo de cinco dentes recebeu os pinos Para-post, Flexi-post, Vlock-post, Kurer Fin Lock e Radix Anchor. Durante a colocação dos pinos Radix Anchor e Kurer Fin Lock foram registradas as maiores tensões sobre a raiz, significativamente superiores aos demais pinos, devido às brocas do conjunto serem levemente menores que o diâmetro desses pinos. Os demais não oferecem tanta resistência à inserção. Os autores sugerem cuidados na inserção de qualquer pino rosqueado, devido à possibilidade de concentração de tensões, aconselhando retroceder um quarto de volta ao atingir o término do preparo. Durante a prova do

pino, recomendam a inserção lenta, pois a dentina é viscoelástica, ou seja, tem capacidade de dispersar essas tensões geradas em função do tempo.

Em um estudo longitudinal, WEINE *et al.*, em 1991, avaliaram a longevidade clínica de núcleos fundidos num período de dez anos. Os dentes foram avaliados através de exames radiográficos e exames clínicos sobre aspectos periodontais, endodônticos e restauradores. Dentre os 138 dentes estudados, houve um total de 9 falhas, sendo três por motivos restauradores, duas por motivos endodônticos, duas por fraturas radiculares e duas por motivos periodontais, perfazendo um total de 6,35% de insucessos. Na sua discussão, recomendam pinos fundidos levemente cônicos à pinos pré-fabricados paralelos, pois estes últimos resultam em remoção de estrutura dentinária da porção apical do preparo e se adaptam perfeitamente ao formato do canal. Ressaltam ainda que, apesar de resultados laboratoriais superiores, os pinos pré-fabricados podem não ter o mesmo desempenho clinicamente.

Através de revisão de literatura, GUTMANN, em 1992, fez várias considerações sobre as propriedades dos dentes despulpados e sobre os procedimentos restauradores. Considera a dentina dos dentes despulpados menos resistente e menos flexível e, por isso, não indica a utilização de pinos quando não houver necessidade de retenção, uma vez que o preparo do canal radicular desgasta e debilita o remanescente, tornando-o menos resistente.

CAILLETEAU et al., em 1992, utilizaram o método de elementos finitos para determinar os efeitos da distribuição de tensões de um pino metálico cilíndrico ao longo das paredes do canal radicular. Foram utilizados quatro modelos bidimensionais de incisivos centrais superiores, incluindo ligamento periodontal e osso alveolar: o primeiro modelo representava um dente intacto; o segundo, um dente desvitalizado, restaurado com amálgama de prata; o terceiro, restaurado através de coroa total; e o último, restaurado com pino e coroa total. Os materiais que compuseram os modelos foram considerados isotrópicos, ou seja, possuíam as mesmas propriedades, independente da direção de aplicação da carga. Cada modelo foi submetido à força de 1 N na superfície lingual do dente. As máximas forças de compressão, tensão e cisalhamento foram anotadas. Os resultados mostraram flutuação de tensões nas paredes dos canais de todos os modelos, o que significa que o pino não distribui as tensões uniformemente ao longo da raiz. Para o modelo com pino de extremidade paralela, a força de compressão gerou alta concentração de tensões junto ao seu término apical.

O estudo do efeito residual do eugenol, contido nos cimentos endodônticos, sobre a retenção de agentes resinosos à dentina foi o objetivo do estudo de TJAN & NEMETZ, em 1992. Para realizar este experimento cimentaram pinos intra-radulares metálicos (Parapost) através de agente resinoso (Panavia EX) em 70 raízes de pré-molares recém extraídos, divididos em 7 grupos, cujos canais radiculares foram contaminados com eugenol, exceto o grupo controle (G1). Os demais grupos foram descontaminados através de água destilada (G2); álcool etí-

lico e água (G3); álcool etílico, ácido cítrico a 25% e água (G4); álcool etílico, acetona e água (G5); e ácido fosfórico e água (G6), em que os pinos foram cimentados com Panavia EX; e irrigado somente com água destilada (G7), utilizando-se cimento de fosfato de zinco para fixação do pino. Os resultados demonstraram que a irrigação com álcool etílico ou condicionamento com ácido fosfórico a 37% foram os mais efetivos para restabelecer a resistência ao desalojamento dos pinos, embora os valores mais consistentes tenham sido obtidos com a aplicação prévia do álcool (G4).

No ano de 1993, MORGANO & MILOT descreveram através de tópicos os conceitos e procedimentos para o sucesso clínico dos núcleos metálicos fundidos. Recomendam a utilização dos núcleos metálicos em dentes anteriores ou posteriores com perda de estrutura dental coronária, bem como a confecção de pinos fundidos o mais longo possíveis, desde que se preserve 4 a 5 mm de obturação endodôntica. Porém, condenam a remoção de estrutura íntegra do interior do canal radicular que resulte na confecção de pinos excessivamente cônicos, pois haveria diminuição da resistência dental e diminuição da retenção do próprio pino. Para cimentação dos núcleos metálicos fundidos recomendam o jateamento com óxido de alumínio, que resulta em maior retenção. Uma das desvantagens citadas durante a confecção dos mesmos é a formação de nódulos provenientes da técnica de fundição, que poderia causar tensões na raiz e com o tempo predispor à fratura, caso não for detectado e removido antes da cimentação. Salientam que a incidência de fraturas dentais podem diminuir mediante a conservação de estru-

ra dental para ser abraçada pela coroa protética, melhorando o efeito de abraçamento. Fraturas podem ser mais comuns quando a linha de união da coroa com o término coincidir com a margem do núcleo.

CHANG & MILLSTEIN, em 1993, estudaram o efeito da parte coronária de três pinos pré-fabricados na resistência à fratura de três materiais para núcleos de preenchimento. Selecionaram 360 amostras padronizadas para receberem os pinos Parapost, Flexi-post e Unitypost, associados aos materiais restauradores amálgama de prata, resina composta e resina reforçada com partículas de titânio. Além dos materiais, foi avaliada a variação da espessura do material restaurador sobre os pinos pré-fabricados, em 1 e 3 mm. Foram realizados o teste de carregamento compressivo e o teste de resistência à tração, diretamente sobre os núcleos de preenchimento. Os resultados demonstraram que o pino Flexi-Post apresentou os melhores resultados nos testes de resistência à compressão e a tração, por possuir maior número de retenções na sua porção coronária. O material restaurador resina composta apresentou resultados superiores ao amálgama e à resina reforçada com partículas de titânio, e atribuem, em parte, a associação com sistemas adesivos. Concluíram que uma espessura de 3 mm sobre o pino é melhor que 1 mm apenas, sob carregamento compressivo, e que a mesma variação não apresentou diferença em teste de resistência à tração.

ASSIF *et al.*, em 1993, estudaram o efeito do desenho do pino na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, restaurados com coroas

unitárias. Utilizaram 41 pré-molares unirradiculares, que tiveram suas coroas seccionadas 2 mm acima do limite amelo-cementário. Após a seção, as raízes remanescentes foram divididas em quatro grupos, que receberam os seguintes tratamentos: núcleo metálico fundido; pino metálico cilíndrico com término apical paralelo; pino metálico cilíndrico com extremidade cônica - todos cimentados com fosfato de zinco; e um grupo em que o canal foi preenchido com cimento de ionômero de vidro convencional Ketac Fill. Foram cimentadas coroas protéticas sobre um término gengival de 2 mm de altura, envolvendo a dentina coronária. Os resultados demonstram que o desenho do pino não tem influência na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, fato atribuído à confecção do término gengival de 2 mm, recoberto por colar metálico. Não houve, também, diferença entre os grupos restaurados com ou sem núcleos metálicos fundidos. Os autores destacam fatores que podem contribuir para a variação dos valores de resistência, que são: o grau de calcificação do dente, a distância do limite amelo-cementário até a força aplicada, a direção da força, as variações na composição e espessura do agente de cimentação, a variação da posição dos pinos, as variações das dimensões dos dentes e a morfologia dos canais. Na conclusão, sugerem que, se não houver necessidade de retenção, os pinos intra-radiculares poderiam ser dispensados mesmo em reconstruções protéticas.

Em 1993, STANDLEE & CAPUTO estudaram o efeito das características de superfície na retenção de pinos pré-fabricados. Padronizaram o comprimento, o diâmetro e a forma dos diferentes pinos testados, um com estrias hori-

zontais, um com estrias transversais, outro com estrias longitudinais e, o último, com roscas na sua superfície. Os quatro tipos de pinos foram cimentados através de agente fixação resinoso. Os resultados indicaram que a característica de superfície tem influência na retenção dos pinos. Os grupos em que havia retenções horizontais ou transversais foram superiores ao grupo que apresentava estrias longitudinais. Na discussão os autores explicam que, nos pinos com estrias longitudinais o cimento se desprende mais facilmente do pino, permanecendo em grande parte no canal radicular, enquanto que nos pinos com retenções transversais há maior número de vetores de força impedindo o desalojamento no sentido longitudinal da raiz, o que propicia maior retenção do pino ao dente.

KEYF & SAHIN [1994] compararam a retenção e estabilidade de três sistemas de pinos intra-radulares pré-fabricados – Flexi-post, Parapost e Brasse-ler, variando seus diâmetros. Foram selecionadas 42 raízes de incisivos superiores, que receberam tratamento endodôntico. Os diferentes pinos foram cimentados através de cimento de fosfato de zinco. Na primeira parte da pesquisa foi aplicada força de tração no sentido do longo eixo dos pinos, numa velocidade de 1 mm por minuto, até desalojá-los. Na segunda parte foi aplicada uma força de compressão num ângulo de 130° , à velocidade de 5 mm por minuto. Foi anotada a força necessária para desalojar os pinos. Os resultados demonstraram que para os diâmetros menores, não houve diferença na resistência a tração. Porém, houve diferença entre os grupos para os diâmetros médio e largo. Para o diâmetro intermediário, o pino Flexi-post foi duas vezes mais retentivo que os demais. Quando

foi aplicado o carregamento tangencial de compressão, num ângulo de 130°, este pino foi significativamente mais estável que os demais, comparados aos preparos de menor diâmetro. Para os diâmetros maiores, não houve diferença estatística entre os grupos.

MENDOZA & EAKLE, em 1994, investigaram a capacidade retentiva de pinos pré-fabricados unidos ao canal radicular através de quatro diferentes agentes de cimentação: C & B Metabond, Panavia, All Bond-2 e Ketac-cem. Utilizaram 60 caninos superiores, divididos em 4 grupos de 15 amostras, em que, para cada grupo de dentes, os pinos foram cimentados com um tipo diferente de cimento. Nos testes de resistência a tração, o C & B Metabond foi mais retentivo que os demais cimentos. Não houve diferença significativa entre os cimentos Ketac-cem e Panavia. Também não houve diferença estatística entre o Panavia e o All Bond, sendo que este último foi inferior ao cimento Ketac-cem. Os autores citam que a função primária do pino é fornecer retenção ao núcleo, o que sugere a utilização de um cimento com capacidade retentiva superior. Quanto aos cimentos, enfatizam que o cimento de fosfato de zinco tem sido utilizado durante muitos anos. Todavia, adesivos resinosos têm sido advogados por sua união aos metais e estrutura dental ser superior aos demais cimentos. Relatam, ainda, que o preparo do canal pode enfraquecer o remanescente radicular e elevar a probabilidade de fratura sob carga mastigatória. Reforçam a idéia de que o pino deve ser indicado onde a retenção seja fator crucial para o sucesso da restauração. Recomendam a utiliza-

ção de um cimento resinoso nos casos de coroas mais destruídas, quando é requerida retenção máxima.

ASSIF & GORFIL, em 1994, postularam considerações biomecânicas para dentes tratados endodonticamente. Citam que esses dentes geralmente apresentam perda de estrutura dental por cárie, fratura e falha de restaurações prévias, diminuindo a sua capacidade em resistir às forças mastigatórias. Apesar dos pinos serem indicados para retenção e reforço dental, os autores questionam a utilização dos pinos com o objetivo de aumentar a resistência. Questionam também a afirmação de que dentes despulpados são mais frágeis que os vitais pela perda de umidade da dentina. Atribuem a resistência dental à quantidade de estrutura dental remanescente. Através de um modelo geométrico, demonstram a distribuição de tensões em dentes anteriores submetidos às cargas mastigatórias. Quando a força é aplicada pela face palatina, o dente sofre uma micro-flexão, concentrando tensões de compressão na superfície vestibular e tensões de tração na superfície palatina. Como são cargas contrárias em superfícies opostas, anulam-se no centro longitudinal do dente, que é a região onde se localiza o canal radicular, ou o pino. Desse modo, o pino estaria numa zona neutra de distribuição de tensões, tendo uma pequena influência na resistência dental. Além disso, citam que quando o dente é restaurado com coroa protética com colar metálico de 2 mm, envolvendo a margem dentinária, os pinos não teriam influência na resistência desses dentes. A proteção contra a fratura poderia ser dada pelo efeito de abraçamento. Os autores concluem o artigo afirmando que todos os dentes res-

taurados com coroas protéticas deveriam ter uma margem de dentina envolvida por um colar metálico.

A qualidade de adaptação cervical é determinante para a durabilidade da restauração e, segundo MEZZOMO *et al.*, em 1994, é influenciada em parte pela configuração do término gengival. Dentre as inúmeras formas de configuração, o chanfrado é largamente empregado para coroas totais, metalocerâmicas ou totalmente metálicas, por fornecer uma linha fina e definida, compatível com a estética, e com espessura suficiente para obter resistência às cargas oclusais. Indicam a broca 3216 para esta modalidade de preparo. Consideram o término em ombro biselado não muito adequado para ser utilizado na clínica, devido ao maior desgaste de estrutura dentária, dificuldade de realização do preparo e menor estética pela presença do colar cervical. Indicam este formato de término para coroas clínicas curtas e onde a estética é de importância secundária e quando se utiliza ligas auríferas. Para confecção do bisel indicam a broca nº 3203. O término em forma de ombro em 90° é classicamente indicado para coroas puras de cerâmica ou resina, porém, se o ombro possuir ângulo arredondado, pode ser indicado para todas as modalidades de prótese fixa, embora uma adaptação cervical precisa seja mais difícil, além de a linha de cimentação ser mais visível. O preparo do tipo ombro necessita desgaste em torno de 1 mm de profundidade e, para isto, indicam a broca 3047.

COHEN *et al.*, em 1995, testaram a resistência à força torcional em 7 diferentes pinos pré-fabricados metálicos, cimentados no canal radicular através de cimento de fosfato de zinco e agente resinoso Flexi-flow. Foram preparadas 150 raízes, de incisivos centrais e laterais, que foram divididas em 11 grupos. Os quatro primeiros grupos dispunham de 20 raízes, em que metade foi submetida a força no sentido horário e a outra metade no sentido anti-horário. Os demais grupos receberam 10 raízes cada, sendo que os corpos de prova foram submetidos apenas à força no sentido horário. Os pinos metálicos utilizados nesse experimento foram: Flexi-post, Flexi-flange, Para-post, Vlock-post, Access-post, Dentatus e World-post. Os resultados demonstraram que os pinos rosqueados foram mais resistentes às forças rotacionais, em especial os pinos Flexi-post e Flexi-flange. Foi observada fratura na cabeça dos pinos Flexi-post e Flexi-flange, enquanto que para os outros houve desprendimento do interior do canal, indicando menor retenção. Não houve diferença na resistência às forças torcionais quando se utilizou cimento de fosfato de zinco ou agente resinoso. É salientado que a aplicação de forças torcionais é o melhor método para comparar a estabilidade de pinos pré-fabricados, apesar de não ser tão conveniente quanto os testes de tração. Os autores caracterizaram os pinos quanto ao meio de retenção, característica de superfície e forma e, dentre eles, citam o Flexi-post como pino paralelo, dividido no terço médio e apical, rosqueado ao canal e que apresentam adequada retenção, tanto com cimento de fosfato de zinco como com agente resinoso.

Em 1995, TORBJÖRNER *et al.* concluíram um estudo longitudinal de 10 anos em 638 pacientes, com 788 dentes tratados endodonticamente, onde 456 receberam núcleos metálicos fundidos e 332 receberam pinos pré-fabricados Parapost. Foi avaliada a longevidade desses tratamentos através do percentual de falhas, além do padrão de fratura. Após um período de acompanhamento entre 4 e 5 anos, foi detectado 15% de falhas para núcleos metálicos fundidos e 8% de falha para o pino pré-fabricado. Perda de retenção foi o tipo de falha mais comum para ambos. As falhas que resultaram em extrações foram 5% para o núcleo metálico fundido e 2% para o pré-fabricado metálico. Dos 788 dentes estudados, 72 falharam, numa razão de 2,1 por ano. Não foram estudadas as razões pelas quais ocorreram as falhas para ambos os sistemas.

FAN *et al.*, em 1995, estudaram o efeito de vários métodos de reconstrução dental através de teste de resistência à fadiga em raízes humanas. Compararam diferentes pinos pré-fabricados e materiais para núcleos de preenchimento que receberam cobertura de coroa metálica com 1 mm de férula. Posicionaram sobre as amostras sensores elétricos que enviavam dados sobre as tensões aplicadas sobre as amostras ao computador. Os resultados demonstraram semelhança entre os métodos de reconstrução, porém, foi demonstrado que as falhas iniciaram nas regiões de maior tensão, junto a camada de cimento das coroas protéticas. Notaram que a concentração de tensões era ainda maior quando o pino estava fora do centro da raiz.

Com o objetivo de avaliar a longevidade de núcleos de resina composta e amálgama de prata associados a pinos pré-fabricados, HUYSMANS & VAN DER VARST, em 1995, desenvolveram um método para simular a mastigação *in vitro*. Os núcleos de preenchimento foram submetidos ao carregamento de compressão estático, variando-se o ângulo de aplicação da força em 10, 60 e 90^o, e também ao carregamento cíclico. Não houve diferença estatística significativa entre o amálgama de prata e a resina composta para ambas as condições, resistindo a um número de ciclos correspondente a períodos de 5 a 15 anos. Os autores comentam que há uma crescente evidência de que pinos pré-fabricados associados a materiais diretos tem uma performance igual ou superior à dos núcleos fundidos. Concluem que as propriedades mecânicas dos materiais testados são adequadas para as condições de mastigação clínica, porém, salientam que os dados isolados deste estudos não devem ser considerados suficientes para confirmar os resultados.

MANNING *et al.*, em 1995, realizaram uma revisão sobre reconstrução de dentes tratados endodonticamente, enfatizando pinos e núcleos protéticos, além das característica desses dentes. Os dentes tratados endodonticamente também podem perder parte do seu reflexo a cargas mais pesadas, mecanismo neurológico que pode proteger as estruturas dentais. Salientam os riscos da inserção de pinos no canal radicular devido a diminuição da espessura da parede de dentina no terço apical, porção mais apical do preparo. Citam a importância da preservação de estrutura dental, que está diretamente relacionada à resistência

dental. Aconselham a manutenção de estrutura durante o preparo protético. Ao contrário do que se acredita, pinos intra-radulares não contribuem para o aumento da resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente. Diante disso, aconselham a utilização de pinos somente quando for necessária retenção para o núcleo e para a coroa protética, situações em que há grande remoção de estrutura dental coronária.

LONEY *et al.*, em 1995, avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com coroas protéticas variando a angulação da aplicação da carga, durante o teste de compressão. As amostras foram posicionada em ângulos de 110°, 130° e 150°. Os resultados demonstraram diferença estatística para a resistência à fratura dependendo da angulação da carga, sendo que os maiores valores foram registrados para o ângulo de 150°, seguido pelos ângulos de 130° e 110°. Com isso, afirmam que, quanto mais horizontal a aplicação da carga, menor a resistência do dente restaurado. Forças aplicadas na direção vertical são menos prejudiciais aos dentes.

WHITE & SANGSURASAK [1995] realizaram um estudo clínico sobre a adaptação marginal de coroas metálicas fixadas com resina modificada por ionômero, tendo cimento de fosfato de zinco como controle. Foram selecionados 24 pacientes que possuíam dentes vitais comprometidos periodontalmente e com extração indicada. Os dentes receberam preparos protéticos com término em chanfrado. Os preparos foram moldados e foram obtidas coroas metálicas com

liga nobre. As coroas foram cimentadas com os cimentos de fosfato de zinco, resina modificada por ionômero e também com sistema adesivo dentinário associado ao cimento de resina modificada por ionômero. Os pacientes foram consultados periodicamente para informar sobre sensibilidade ou desconforto. Durante 6 meses os pacientes continuaram a receber terapia periodontal. Após esse período os dentes foram extraídos, limpos e incluídos em resina acrílica. Com os espécimes seccionados, foram determinadas a discrepância marginal vertical e horizontal através de um comparador linear em um aumento de 300X. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística em termos de discrepância marginal vertical ou horizontal para os três grupos experimentais. O tipo de agente de fixação não influenciou na espessura de cimentação. O sistema adesivo dentinário produziu uma fina camada, não influenciando na adaptação das próteses. A média da discrepância vertical na margem das restaurações foi de 50 micrometros.

CATHRO *et al.*, em 1996, avaliaram a resistência ao impacto de dentes anteriores restaurados com núcleo em resina sem pinos e coroas protéticas, variando a quantidade de remanescente dental envolvido pelo preparo. Trinta incisivos centrais foram selecionados e divididos em três grupos: dentes intactos; coroas seccionadas e raízes restauradas com núcleo em resina sem pino e coroa protética; e raízes com a mesma característica descritas, porém com 1 mm de remanescente envolvido no preparo. O tipo de término adotado foi o ombro em 90°, sem bisel. Os autores simularam o ligamento periodontal a fim de estudar o padrão de fratura. A análise dos dados não apresentou diferença entre o grupo con-

trole e os dentes restaurados com colar metálico. Ambos foram estatisticamente superiores ao grupo sem férula. Os autores discutem que 1 mm de colar metálico envolvendo dentina aumenta a resistência a fratura de dentes despulpados, em relação a dentes sem remanescente coronário. O padrão de fratura para os dentes restaurados foi semelhante, localizado na região gengival da raiz e na interface dente núcleo. Os dentes intactos apresentaram padrão de fratura variável.

Conforme ANUSAVICE [1996], a quantidade e o tamanho das partículas que compõem as resinas compostas são de extrema importância para o sucesso desse material. Os compósitos híbridos, com partículas que variam entre 0,6 e 1 μ m, permitem uma incorporação de 75 a 80% de peso ou 60 a 65% de volume de partículas na matriz resinosa. Diminuindo o volume dessa matriz, a contração de polimerização é reduzida, bem como a absorção de água e o coeficiente de expansão térmica linear. Além disso, propriedades como resistência à compressão, à tração, ao desgaste e módulo de elasticidade são sensivelmente melhoradas. Por causa dessas propriedades, as resinas são amplamente utilizadas em restaurações que exigem resistência às cargas mastigatórias. Para que as resinas adiram eficientemente à estrutura dental, em especial à dentina, é necessária a utilização de ácidos e agentes adesivos, que atualmente têm demonstrado valores de resistência ao cisalhamento acima de 20 MPa em substrato dentinário, promovendo suficiente união para o sucesso dessas restaurações.

CHRISTENSEN, em 1996, fez um comentário sobre a utilização de pinos intra-radulares em dentes tratados endodonticamente, colocando em dúvida a capacidade deste material em fortalecer dentes tratados endodonticamente, quando cimentados no canal radicular. Além disso, lembra que a principal finalidade dos pinos é promover a retenção para a restauração protética em dentes em que o tecido coronário perdido não é capaz de oferecê-la adequadamente. Para dentes tratados endodonticamente, com mínima perda de estrutura dental, o autor recomenda restauração com materiais ionoméricos, resinosos ou com amálgama de prata, sem a instalação de pinos no interior do canal radicular. Para dentes que perderam até metade da estrutura coronária, o autor ainda recomenda técnicas restauradoras diretas, através de resina composta em anteriores e amálgama ou resina em posteriores. Ressalta que a restauração através de pinos e núcleos deve ser evitada, se possível. Quando mais da metade da coroa dental é perdida, recomenda a utilização de pinos e núcleos para fornecer retenção à restauração protética. Se for necessária a utilização de pinos intra-radulares, o autor defende o uso de pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento, afirmando ainda que, em termos de pinos intra-radulares, os pinos de titânio são a melhor opção por ter adequada resistência e excelente biocompatibilidade. Como alternativa, cita a possibilidade do uso de pinos e núcleos somente em resina composta.

Com o objetivo de testar a influência dos pinos intra-radulares na resistência à fratura de raízes restauradas com núcleos de amálgama e coroas metálicas, KAHN *et al.*, em 1996, utilizaram 3 marcas comerciais de pinos (Cytco,

Vlock e Flexi-post) em três diferentes grupos. No grupo controle não utilizaram pino, mas somente núcleo de amálgama, ancorado 4 mm no interior do canal radicular. Os dentes receberam cobertura protética que abraçava uma margem de 1 mm de tecido dentinário sadio. Foi aplicada uma força tangencial de compressão, em 45°, à velocidade de 5 mm por minuto. Os valores de compressão máxima e padrão de fratura foram anotados. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa entre os grupos onde foram cimentados pinos intraradiculares, embora o grupo III tenha sido numericamente superior. O mesmo grupo (Flexi-post), foi o único a apresentar diferença significativa em relação ao grupo controle (sem pino). O padrão de fratura para todos os dentes foi semelhante, oblíquo e radicular. A semelhança nos resultados foi atribuída à confecção do término em margem dentinária, permitindo o abraçamento da raiz pela coroa.

MORGANO, em 1996, fez um levantamento sobre restaurações indiretas para dentes tratados endodonticamente, lembrando os tradicionais princípios biomecânicos para o sucesso destas reconstruções. Enfatiza a conservação de remanescente dental e indica a utilização dos núcleos metálicos fundidos quando for necessária a cimentação de coroas, devido à sua grande resistência, estabilidade e configuração, que se assemelha à do canal radicular por ser cônico. Destaca as desvantagens dos pré-fabricados, que não se adaptam ao formato do canal resultando em maior desgaste de estrutura na porção cervical. Quanto aos núcleos de preenchimento, o autor ressalta a sua limitada resistência mecânica e a escassez de estudos clínicos que avaliem a sua longevidade. Ainda em relação

aos pinos, sugere que as proporções de comprimento e diâmetro sejam mantidas, mesmo na utilização de pinos pré-fabricados. Quando o comprimento for comprometido, o autor sugere a utilização de agente de cimentação resinoso.

Para estudar a influência das dimensões dos pinos intra-radulares na distribuição de tensões sobre a dentina de dentes não vitais, HOLMES *et al.*, em 1996, utilizaram um modelo tridimensional, submetido à análise de elementos finitos. Um dente foi desenhado para representar um canino superior, restaurado através de diferentes pinos metálicos pré-fabricados, núcleo e prótese metalo-cerâmica. No modelo padrão, o tamanho do pino paralelo foi de 1,4 mm de diâmetro e de 13 mm de comprimento. Modificações nas dimensões do pino, bem como na sua forma, foram realizadas (paralelos: 1,4 mm x 13 mm; 1,4 mm x 10,5 mm; 1,4 mm x 8 mm; 1,2 mm x 13 mm; 1,6 mm x 13 mm; e cônicos: 0,6 mm a 1,4 mm de diâmetro x 13 mm). Para cada caso, 100 N de carga foi aplicada num ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente, por palatino. As resistências a compressão, tração e cisalhamento foram computadas. Os resultados mostraram que a distribuição das forças de tensão e compressão foram semelhantes em todos os seis casos. A máxima força de tração localizava-se na face lingual, próxima a crista óssea, enquanto que a máxima força de compressão foi detectada na face vestibular das raízes. A máxima força de cisalhamento ocorreu adjacente ao pino e foi similar em todos os modelos. Porém, quando o comprimento do pino foi reduzido de 13 para 10,5 mm, a força de cisalhamento foi elevada em 22% ; e para 57% quando o pino foi redu-

zido de 13 para 8 mm. Os autores não detectaram diferença entre a distribuição de cargas quando compararam os pinos paralelos e cônicos.

WALTON & GLICK, em 1996, avaliaram a distribuição de tensões em núcleos de preenchimento com resina composta, em que o pino se encontra parcialmente exposto ou totalmente recoberto com compósito. Foram confeccionados dois grupos experimentais, no primeiro o pino contactava a parte coronária com a coroa protética metálica e no segundo, havia uma camada de compósito em torno de 1 mm acima do pino. Os autores concluem que há um decréscimo nas tensões geradas sobre a raiz quando os pinos estão totalmente recobertos pelo compósito. No entanto, a tensão incidida no laboratório é muito inferior ao necessário para causar fraturas na dentina, o que requer estudos adicionais.

PATEL & GUTTERIDGE, em 1996, avaliaram a resistência e o padrão de fratura de dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos completos ou parciais em dentes com a parede vestibular ou a lingual preservadas, porém sem a presença de restauração indireta. Quarenta dentes foram tratados endodonticamente e divididos em quatro grupos: A - raízes sem remanescente coronário, B - raízes com 3 mm de remanescente coronário, C - raízes somente com a parede coronária vestibular preservada, e D - raízes somente com a parede coronária lingual. Os resultados demonstraram não haver diferença entre os grupos com ou sem remanescente dental coronário, exceto para o grupo com parede vestibular remanescente, que foi inferior aos demais. Os autores discutem que o colar gengival

envolvido pela coroa protética pode ser mais efetivo para aumentar a resistência à fratura do que a permanência de paredes vestibulares ou linguais isoladas. Sugere estudos utilizando cimentos resinosos para cimentação dos núcleos fundidos e recobrimento dos mesmos com coroas indiretas. Observaram fraturas predominantes na metade da distância entre as paredes vestibulares e linguais das raízes atingindo o terço médio radicular.

SHILLINGBURG *et al.*, em 1997, comentaram sobre as diferentes formas de preparo gengival. Preparos com bisel cervical fornecem uma menor linha de cimentação na margem da prótese e permite que ligas áureas sejam brunidas melhorando o grau de adaptação. No entanto, para ligas não nobres, indicam o preparo em chanfrado, por fornecer adequada adaptação e resistência para o metal e adequada estética. Indicam o preparo em ombro para coroas puras em cerâmica.

Através de teste de resistência à fratura, MENDOZA *et al.*, em 1997, avaliaram a habilidade dos pinos cimentados com agentes resinosos em reforçar raízes debilitadas, quando submetidas à força de compressão num ângulo de 60°, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Para tanto, selecionaram 40 caninos inferiores, que tiveram suas coroas seccionadas e as paredes dos canais fragilizadas através de pontas diamantadas, permanecendo uma parede de 1 mm de espessura. As raízes foram separadas em 4 grupos de 10. Pinos metálicos paralelos (Dentatus, do sistema Luminex) foram cimentados através de 4 diferentes agentes de cimentação: fosfato de zinco, Panavia, C&B Metabond e compósito Z100. No último gru-

po, o compósito Z100 foi introduzido no canal com a função de reforçar a raiz e o pino foi fixado ao compósito através de um agente adesivo autopolimerizável. As raízes foram fixadas em blocos de acrílico, através de um adesivo que formou uma fina película flexível para simular o ligamento periodontal. Os resultados mostraram que o agente de cimentação Panavia apresentou a melhor média numérica de resistência à fratura, embora não tenha diferido estatisticamente em relação aos demais grupos. O cimento de fosfato de zinco, apesar de sofrer microfraturas durante o teste, o que clinicamente poderia levar à perda de retenção do pino, não apresentou diferença estatística na resistência à fratura das raízes quando comparado aos demais grupos, exceto em relação ao grupo onde os pinos foram cimentados com o agente resinoso (Panavia). Esses resultados são comentados pelos autores como ótimo indício de que é prudente incluir cimentos resinosos no tratamento de dentes tratados endodonticamente para promover máxima resistência à fratura.

MARCHI, em 1997, comparou a resistência à fratura de raízes íntegras e debilitadas, restauradas através de núcleos fundidos ou pinos pré-fabricados metálicos. Para fixar as amostras desenvolveu uma base metálica com um plano inclinado de 45° , cujo centro possuía uma perfuração central para fixação dos blocos de resina que continham as amostras. Desta maneira, a ponta metálica incidia o carregamento compressivo formando um ângulo de 135° em relação à superfície palatina das amostras. A análise estatística dos dados demonstrou que pinos pré-fabricados apresentaram resistência superior ao núcleo fundido

quando cimentado em raízes debilitadas, não apresentando diferença estatística quando comparados em raízes íntegras. Concluíram também que o agente adesivo associado à resina composta foi efetivo em reforçar raízes debilitadas.

A adesão à dentina tem apresentado valores semelhantes à adesão em esmalte, devido ao desenvolvimento dos novos adesivos dentinários hidrófilos. Entretanto, esses adesivos necessitam de umidade dentinária para que o “primer” permeie na camada de dentina desmineralizada, formando a camada híbrida. Dessa maneira, dentes tratados endodonticamente, que não têm a pressão hidrodinâmica advinda da polpa, poderiam apresentar resistência adesiva inferior. Para sanar essa dúvida, PAMEIJER & LOUW, em 1997, realizaram um estudo *in vivo*, tratando os canais radiculares do hemiarco superior e inferior de 3 macacos e realizando restaurações através de sistemas adesivos e resina composta em todos os dentes. Após vinte e quatro horas, sacrificaram os animais e removeram os dentes para submetê-los ao teste de cisalhamento, avaliando a resistência adesiva entre os dentes polpados e despolpados. A análise estatística não detectou diferença significativa na resistência adesiva entre os grupos testados, indicando que a pressão pulpar não tem influência no mecanismo de adesão quando seguidas as instruções dos fabricantes.

COHEN *et al.* [1997] avaliaram a resistência de três materiais restauradores utilizados como núcleos de preenchimento associados ou não a pinos pré-fabricados. Sessenta caninos humanos foram selecionados e trinta deles tiveram

sua porção coronária removida para receberem um pino pré-fabricado metálico associado a amálgama, ionômero híbrido e resina composta. Os outros trinta dentes foram preparados de modo que a parede coronária vestibular permanecesse intacta para reter os núcleos de preenchimento sem utilização de pino pré-fabricado. Os resultados demonstraram haver diferença entre os materiais utilizados para núcleo de preenchimento, porém não houve diferença estatística entre a condição pino. Citam que a resina composta é um material resistente o suficiente para resistir às cargas mastigatórias sem a presença de pinos, desde que haja estrutura coronária para oferecer retenção. Por estar associada a sistemas adesivos permite maior preservação de estrutura dental em comparação aos outros materiais. Apesar dos núcleos não terem sido recobertos por coroa protética, justificam que há relevância clínica para o estudo pelo fato dos materiais terem sido submetidos a uma condição pior do que a condição oral. Concluem que o material resinoso foi mais resistente que o amálgama de prata ou ionômero de vidro híbrido, com ou sem pino.

AKKAYAN & CANIKLIOGLU, em 1998, avaliaram a resistência à fratura de dentes restaurados com diferentes sistemas de pinos intra-radulares. Os pinos Flexi-post, Parapost e Filpost foram fixados ao canal de caninos superiores através de cimento de fosfato de zinco. Os núcleos de preenchimento foram confeccionados em ionômero de vidro convencional. Foi introduzido um grupo com núcleo de preenchimento porém sem pinos intra-radulares. No grupo controle foram cimentados núcleos metálicos fundidos. Todos os preparos foram recobertos

tos com coroas protéticas metálicas abraçando 1mm do término em dentina. As amostras receberam uma camada de material de moldagem a base de silicona para simular o ligamento periodontal. Após, foram incluídas em resina para serem submetidas ao carregamento tangencial de compressão, a 130⁰ e velocidade de 1mm/min. Os resultados mostraram diferença estatística entre os grupos: a menor média foi para o grupo restaurado apenas com núcleo de ionômero de vidro, seguido respectivamente pelo grupo do Filpost, núcleo metálico fundido, Parapost e, com melhor média, o grupo do Flexi-post. O estudo do padrão de fratura demonstrou predomínio de fraturas oblíquas entre os terços médio e gengival da raiz, porém, no grupo dos núcleos fundidos houve alto índice de fraturas longitudinais. O padrão de fratura mais favorável à reconstrução foi demonstrado pelo grupo do Flexi-post. Em sua discussão comentam a importância em se realizar a cobertura da raiz com um material elástico que permita a movimentação da raiz, o que pode alterar a distribuição de tensões durante o teste. Concluem que o pino Flexi-post demonstrou a melhor resistência à fratura e o padrão de fratura mais coronário em relação aos demais sistemas de retenção para a coroa protética.

JUNGE *et al.*, em 1998, realizaram uma pesquisa sobre a influência do agente de cimentação na resistência à fadiga de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento restaurados com coroas protéticas. Os cimentos testados foram: cimento resinoso (Resin Cement/3M), cimento de fosfato de zinco (Fleck's/ Mizzy) e cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer/ 3M). Concluíram que o cimento

resinoso foi superior aos demais no teste de resistência às cargas intermitentes, diferindo estatisticamente aos cimentos de zinco e ionomérico, que não diferiram entre si. Explicam os resultados com base na diferença de resistência à tensão diametral entre os três materiais: 11,7 MPa para o cimento de fosfato de zinco, 23,4 MPa para o cimento ionomérico modificado e 65 MPa para o cimento resinoso. Após o teste dinâmico, detectou-se que o cimento de fosfato de zinco sofria fratura mista, parte permanecia junto à dentina e parte junto à coroa. O cimento de ionômero modificado por resina permanecia junto à coroa, falhando na interface dentina/cimento. Já a resina permanecia principalmente unida à dentina, porém, a falha só ocorreu quando os autores removeram as coroas propositadamente, tendo este cimento resistido ao teste sem que a coroa protética se desprendesse.

REAGAN *et al.*, em 1999, avaliaram a resistência à fadiga de três diferentes núcleos, sem a utilização de coroa protética. Foram cimentados dois tipos de pinos pré-fabricados metálicos associados a dois tipos de material para núcleo. Como controle foram utilizados núcleos metálicos fundidos. Os espécimes foram submetidos ao teste de fadiga e o número de ciclos para ocorrer a fratura foi anotado. Os resultados não demonstraram diferença estatística entre os grupos, apesar do grupo restaurado com núcleo de compósito tenha apresentado valor numérico superior aos demais grupos. Os autores citam que este método representa melhor a situação clínica comparado a testes de compressão com velocidade constante. Acreditam que os resultados dos compósitos se deva ao baixo módulo

de elasticidade, que permite uma melhor absorção dos impactos durante o teste de fadiga mecânica.

MORGANO & BRACKET, em 1999, realizaram uma revisão bibliográfica discutindo tópicos relativos aos métodos de retenção para restauração de dentes tratados endodonticamente. Segundo os autores, para o sucesso da restauração, as peças devem resistir ao deslocamento, e a sua qualidade depende do desenho do preparo dental, da adaptação da fundição e da natureza do cimento. Este estudo se concentrou em fatores relativos ao desenho dos preparos quando utilizados núcleos intra-radiculares. Afirmam que as propriedades dos núcleos tornam-se mais importante a medida que a quantidade de remanescente dental diminui. Recomendam que o pino deve ser tão longo quanto possível, desde que haja a preservação de 4 a 5 mm de obturação endodôntica. Pinos curtos são indesejáveis por terem menor retenção e incidirem maior quantidade de tensões sobre a raiz, predispondo-a à fratura. O diâmetro deve ser o menor possível, evitando reduzir a espessura das paredes de dentina. Devido ao alto preço das ligas áureas e também à alta dureza das ligas não-nobres como níquel-cromo, os autores indicam a utilização de ligas de prata ou prata-paládio, que são mais fáceis de fundir e de ajustar, possuindo propriedades semelhantes às das ligas áureas. Deste modo, as ligas de prata se constituem numa alternativa satisfatória, além de econômica. Destacam também a importância do efeito de abraçamento na transferência das cargas oclusais para a raiz dental. Citam que a virola deve ser fornecida pela coroa protética, e que o contra-bisel para abraçamento realizado pelo núcleo esteja-

do pode resultar em remoção de estrutura dental e dificultar a confecção da virola para o abraçamento da restauração. Assim, o dentista deveria preservar o máximo de estrutura dental coronária para ser envolvida pelo preparo, sendo necessário um mínimo de 1,5 a 2,0 mm de altura, em toda a circunferência do término. Recomendam intervenção cirúrgica ou extrusão radicular quando a virola não puder ser confeccionada. Citam também que 40% dos dentistas utilizam pinos pré-fabricados nos Estados Unidos, sendo os paralelos e rosqueados os mais populares. Para a seleção do agente de cimentação, consideram propriedades como resistência à compressão e à tração, e adesão à estrutura dentinária, além de potencial para deformação plástica, microinfiltração, resistência à hidrólise, presa e facilidade de manipulação. O cimento de fosfato de zinco apresenta desvantagens como solubilidade aos fluidos orais e falta de adesão. Os cimentos resinosos oferecem uma eficiente retenção para os pinos. O maior problema seria em relação a contaminação pelo eugenol, capaz de inibir a sua completa polimerização. No entanto apresentam desvantagens de limitada resistência à fadiga, sensibilidade técnica e dificuldade no controle da polimerização. Aconselham a utilização de núcleo de resina quando há remanescente coronário, devido a limitada resistência desse material comparado aos núcleos metálicos. Citam que há um grande número de estudos a respeito de restauração de dentes tratados endodonticamente, porém, com dados conflitantes e com resultados conflitantes e nem sempre aplicáveis na clínica. Recomendam estudos retrospectivos para avaliar as técnicas restauradoras para dentes severamente comprometidos, pois consideram os estudos clínicos inviáveis pelo longo tempo requerido para avaliação das técnicas.

CARLINI, em 1999, avaliou a influência de pinos pré-fabricados na resistência à fratura de dentes anteriores restaurados com resina composta. Para a simulação do ligamento periodontal desenvolveu um método de inclusão dos dentes utilizando plastificadora de godiva e delineador protético. Nos seus resultados não observou influência dos pinos na resistência à fratura. Porém, o padrão de fratura predominante nos grupos restaurados com pinos foi longitudinal. O autor encontrou correlação positiva entre o diâmetro vestibulo-lingual das amostras e os valores de resistência à fratura, com significância estatística, recomendando a padronização das amostras para testes de compressão.

SIRIMAI *et al.*, em 1999, estudaram a resistência e o padrão de fratura para seis diferentes métodos de pinos e núcleos protéticos. Compararam dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos cimentados com fosfato de zinco; pinos pré-fabricados metálico cimentado passivamente com fosfato de zinco e núcleo em resina; fibras de polietileno fixadas com cimento resinoso e envoltas por núcleo em resina; pino pré-fabricado metálico passivo e núcleo confeccionado com fitas de polietileno e resina; Pinos pré-fabricados metálicos passivos fixados com cimento resinoso e núcleo em resina. Os dentes foram incluídos em resina acrílica simulando-se o ligamento periodontal. O teste de resistência à compressão foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min e num ângulo de 130°. Os resultados demonstraram que a melhor média de resistência foi demonstrado pelo núcleo metálico fundido, não diferindo estatisticamente do grupo restaurado com

pino pré-fabricado cimentado com fosfato de zinco e núcleo de resina composta. Os grupos com menor média de resistência, diferindo dos demais métodos de restauração ocorreram quando se utilizou a fitas de polietileno dentro do canal radicular associadas à resina composta. Os padrões de fratura demonstraram maior incidência de fraturas longitudinais quando se utilizou núcleos metálicos. As fraturas que resultaram em menor dano à raiz foram registradas para os grupos em que não foram utilizados os pinos pré-fabricados, ou quando se utilizou pinos pré-fabricados de menor diâmetro associados às fitas de polietileno.

ISIDOR *et al.* [1999] realizaram um estudo sobre o efeito do comprimento dos pinos pré-fabricados e do comprimento da virola na resistência à fadiga de dentes bovinos restaurados através de coroas metálicas. Utilizaram 90 raízes que foram incluídas e fixadas em blocos de resina acrílica simulando o ligamento periodontal, com espessura de aproximadamente 60 μm . Cada raiz permaneceu com 5 mm de estrutura acima do ponto de inclusão em acrílico. Os pinos pré-fabricados foram cimentados ao canal radicular com cimento de fosfato de zinco. Foram construídos núcleos de preenchimento (Gluma/ Bayer e Concise/3M) sobre pinos metálicos com comprimentos de 5 mm, 7,5 mm e 10 mm. A quantidade de estrutura dental envolvida no preparo para fornecer o efeito de abraçamento variou em comprimentos de 0 mm, 1,25 mm e 2,5 mm. Os preparos confeccionados foram de tipo chanfrado. As coroas foram enceradas diretamente sobre as amostras e incluídas para fundição em liga nobre (Au). Posteriormente as coroas metá-

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

WISKOTT *et al.* [1999] estudaram o efeito da espessura do agente de cimentação sobre a resistência à fadiga de coroas metálicas fixadas à raízes. Os espaços estudados foram de 0,02 a 0,5 mm. Ainda estudaram o efeito da textura da superfície interna das coroas metálicas. Os resultados demonstraram que para fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro, o jateamento da superfície melhora moderadamente a resistência à fadiga e, para resina composta, a resistência

aumentou em 100%. Concluíram também que quanto menor a camada de cimento, maior a resistência à fadiga da coroa protética.

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

PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão e a resistência à fratura de raízes bovinas tratadas endodonticamente e restauradas com coroas protéticas metálicas de cobertura total, em relação: ao remanescente dental coronário envolvido pela coroa protética, ao tipo de término – ombro biselado, ombro e chanfrado – e retenção intra-radicular - pino pré-fabricado e núcleo metálico fundido.

MATERIAIS E MÉTODO

4.1. MATERIAIS

Para a realização deste trabalho foram selecionados os materiais descritos na tabela 1, que mostra suas respectivas características e marcas comerciais.

Tabela 1 – Nome comercial, classificação e fabricante dos materiais utilizados no ensaio de resistência à fratura de raízes bovinas tratadas endodonticamente.

MATERIAIS	CARACTERÍSTICAS	FABRICANTE
SCOTCHBOND MULTI-USO PLUS	adesivo dentinário hidrófilo, veículo aquoso, com polimerização físico-química	3M
Z250	compósito odontológico fotopolimerizável e 66% de partículas sinterizadas em peso	3M
ENFORCE	Agente de fixação resinoso de polimerização física e química	DENTSPLY
FLEXY-POST	pino intra-radicular de aço #3, rosqueado, de seção longitudinal paralela e bipartido longitudinalmente, com término apical cônico	ESSENTIAL DENTAL SYSTEMS
PRATALLOY	Liga de prata (80%)	DEGUSSA
LABORCAST	Liga de níquel-cromo (77% -12,5%) e Be (1,9%)	WILLIANS

4.2 – MÉTODO:

4.2.1 - Delineamento experimental:

Os fatores em estudo foram: remanescente dental em 2 níveis: com e sem estrutura dental coronária - virola; término gengival em três níveis: ombro, ombro biselado e chanfrado; e retenção intra-radicular em dois níveis: pino pré-fabricado associado a núcleo em resina composta e núcleo metálico fundido. A variável de resposta foi a resistência à fratura, verificada nas unidades experimentais: raízes de incisivos centrais inferiores bovinos tratados endodonticamente, restauradas através de coroas protéticas. Para cada condição em teste foram utilizadas 10 raízes, perfazendo um total de 120 amostras.

4.2.2 - Seleção dos dentes, limpeza e armazenamento:

Visando-se uma adequada padronização em termos de forma e tamanho, foram coletados 750 incisivos centrais inferiores bovinos, armazenados em solução de formol a 2%, pH 7,0. Num primeiro estágio, foram eliminados os dentes com anatomia ou dimensões discrepantes, restando 388 dentes. Estes foram limpos com curetas periodontais [Duflex/SS White, Juiz de Fora, MG] e jatos de bicarbonato de sódio [Profident/DabiAtlante AS, Ribeirão Preto, SP]. Com auxílio de paquímetro digital [Digimess Ind. e Com. Ltda, São Paulo, SP] e caneta para retroprojeter [Pilot S.A., São Paulo, SP], os dentes receberam uma marcação 15 mm acima do ápice radicular (Figura 1a). Neste ponto foi medido o diâmetro vestibulo-lingual de todos os dentes, posteriormente tabulado e classificado em ordem crescente para que fossem selecionados 120 com dimensões semelhantes em diâmetro. Através desta classificação foram obtidos dentes com diâmetro

médio de 6.98 ($\pm 0,14$) mm [Anexo 1]. Este cuidado foi tomado por existir correlação positiva entre diâmetro vestibulo-lingual das amostras submetidas a testes de resistência à fratura e carregamento tangencial [CARLINI, 1999; VOLWILLER *et al.*, 1989].

Após a obtenção dos dentes estes foram armazenados em solução salina a uma temperatura de 37⁰C durante o período do estudo.

4.2.3 - Padronização dos dentes e obtenção das dimensões:

As coroas e parte das raízes dos dentes bovinos foram removidas através de disco diamantado dupla face [Extec, São Paulo, SP] refrigerado com água e adaptado à cortadeira metalográfica [SBT Model 650/SBT Inc., EUA]. O corte foi realizado sobre marcações preestabelecidas, correspondentes aos comprimentos de 17 e 19 mm a partir do ápice radicular [SORENSEN & ENGELMAN, 1990], como pode ser verificado na ilustração 1b. Esta diferença foi denominada "remanescente dental coronário", simulando-se um incisivo central superior humano. Realizados os cortes, foi observado o diâmetro dos canais radiculares. As raízes cujos canais eram excessivamente largos foram eliminadas e substituídas por outras raízes segundo a ordem da tabela de diâmetros vestibulo-palatinos anteriormente citada. A espessura das paredes de dentina foi novamente verificada, por meio de um espessímetro, e foi realizado um desgaste na parede vestibular interna para que essa dimensão fosse padronizada.

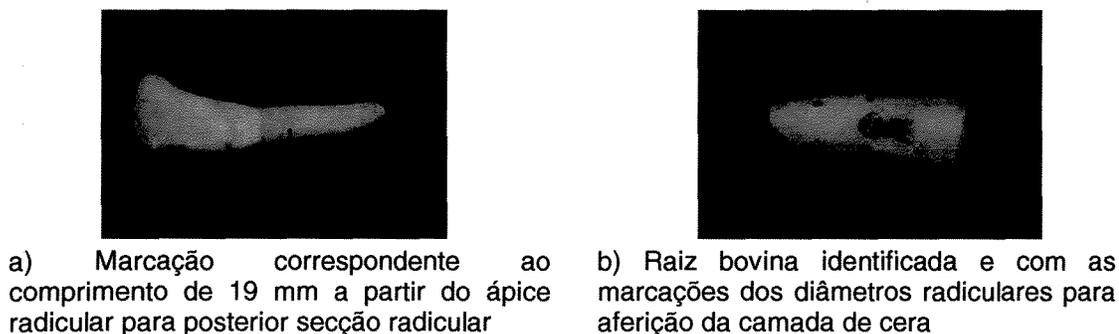


Figura 1 – Ilustrações demonstrando a obtenção das raízes bovinas.

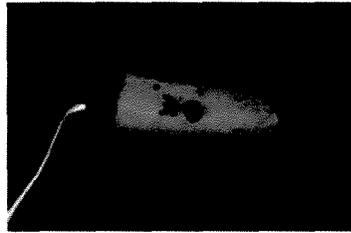
4.2.4 - Inclusão dos dentes e obtenção do ligamento periodontal artificial:

Após a realização dos cortes, as raízes bovinas foram incluídas em resina de poliestireno, para posterior confecção do ligamento periodontal artificial [TRABERT *et al.*, 1978; GUZY & NICHOLLS, 1979; CARLINI, 1999].

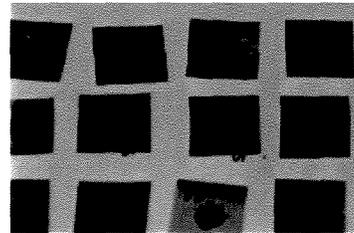
Com o objetivo de fornecer espaço para o material elástico, as raízes receberam uma fina camada de cera, de aproximadamente 0,2 mm ($\pm 0,05$ mm) de espessura [COODLIDGE, 1937]. Para isso, cera 7 [Duradent, EUA – Odonto Com. Imp. Ltda, São Paulo, SP] foi aquecida a 78°C em banho maria, por meio de uma panela posicionada sobre uma plastificadora de godiva [Righetto & Cia, Campinas, SP] controlando-se com termômetro de escala 0-100°C [Incoterm S.A., São Paulo, SP]. Para efetuar-se o banho de cera, os dentes foram fixados a uma espátula metálica [Hollembach, Duflex/SS-White, São José dos Pinhais, PR] com a mesma cera 7 (figura 2a). As raízes foram imersas num rápido movimento com trajetória em forma de arco, inserindo em primeiro lugar o ápice radicular da raiz. Imediatamente após a cobertura com cera, os dentes foram imersos em água fria para fixação da cera. Este método forneceu uma cobertura de cera uniforme, não necessitando de qualquer acabamento ou correção (figura 1b e 1c) [CARLINI,

1999]. Obtida a camada de cera, as raízes foram posicionadas em um delineador de prótese [BioArt Equip Ltda, São Carlos, SP] através de uma broca Gates Glidden [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ], em que o dente foi fixado com cera pegajosa [Kerr, Guarulhos, SP] por meio da abertura do canal radicular. A base do delineador foi posicionada perpendicularmente às raízes com auxílio de um esquadro de plástico. Sobre a mesa, foi posicionado um cilindro e, sobre este, uma película radiográfica com uma perfuração central. A raiz foi conduzida por entre a perfuração da película de modo que a marcação de 15 mm coincidisse com o nível da película radiográfica, altura em que a raiz foi fixada. O conjunto dente/película foi posicionado em uma tábua dotada de perfurações, com o ápice radicular voltado para cima (figura 2 d). Anéis de PVC [Tigre, Jinville, SC] foram posicionados concentricamente às raízes e foram afixados às películas através de cera 7 aquecida. Sobre os anéis, foi vertida resina poliestirênica (Figura 2e e 2 f).

As raízes incluídas em acrílico permaneceram com a camada de cera até o final da etapa de restauração das amostras. Previamente ao ensaio de resistência à fratura a camada de cera foi substituída por um material adesivo e elástico, a base de uretano, para simular o ligamento periodontal, conforme descrito no item 4.12.



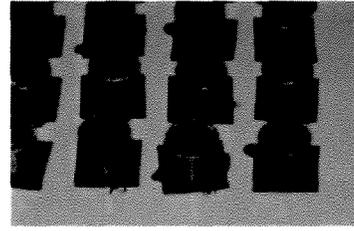
a) Raiz bovina fixada a espátula com cera 7



d) Conjunto raiz e película radiográfica posicionados em uma tábua perfurada



b) Raiz bovina com a cobertura de cera 7



e) Cilindros de PVC posicionados concentricamente às raízes bovinas e fixados às películas por meio de cera 7



c) Raízes bovinas cobertas com cera 7



f) Visão oclusal de raiz bovina incluída em resina poliestirênica.

Figura 2 – Ilustração do método de inclusão das raízes em blocos de resina de poliestireno.

4.2.5 - Tratamento endodôntico:

Os canais das raízes bovinas foram preparados através de limas endodônticas do tipo K-flex [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ] da 2^a e 3^a séries, em seqüência crescente através da técnica escalonada, associada à irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 1%. No comprimento de trabalho foi utilizada a lima nº80. Em seguida, os canais foram lavados com detergente aniônico e secados com cones de papel absorvente [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ]. Foi provado o cone principal e realizou-se a obturação endodôntica através da técnica

da condensação lateral, utilizando-se o cimento Endomethasone [Septodont, São Paulo, SP]. Após o tratamento endodôntico, a guta-percha [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ] foi removida de modo a permanecer 5 mm de obturação endodôntica apical. Este procedimento foi realizado através de brocas Gates Glidden nº 3 [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ] em baixa rotação. Procedeu-se a condensação vertical para readaptar a obturação endodôntica ao canal.

4.2.6 – Divisão em grupos experimentais:

As 120 raízes foram divididas em dois conjuntos, com e sem remanescente dental. As 60 amostras de cada conjunto foram sorteadas entre seis grupos, totalizando ao final do sorteio doze grupos experimentais com dez espécimes cada, cujas características e tratamentos estão descritos abaixo:

GRUPO I – Raízes sem remanescente dental coronário, término em ombro biselado, restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica;

GRUPO II. – Raízes sem remanescente dental coronário, término em chanfrado, restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica;

GRUPO III – Raízes sem remanescente dental coronário, término em ombro, restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica;

GRUPO VI – Raízes com dois milímetros de remanescente dental coronário, término em ombro biselado, restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica;

GRUPO V – Raízes com dois milímetros de remanescente dental coronário, término em chanfrado, restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica;

GRUPO VI – Raízes com dois milímetros de remanescente dental coronário, término em ombro, restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica;

GRUPO VII – Raízes sem remanescente dental coronário, término em ombro biselado, restauradas com pinos pré-fabricados associados a núcleo de preenchimento em resina composta e coroa total metálica;

GRUPO VIII – Raízes sem remanescente dental coronário, término em chanfrado, restauradas com pinos pré-fabricados associados a núcleo de preenchimento em resina composta e coroa total metálica;

GRUPO IX – Raízes sem remanescente dental coronário, término em ombro, restauradas com pinos pré-fabricados associados a núcleo de preenchimento em resina composta e coroa total metálica;

GRUPO X – Raízes com dois milímetros de remanescente dental coronário, término em ombro biselado, restauradas com pinos pré-fabricados associados a núcleo de preenchimento em resina composta e coroa total metálica;

GRUPO XI – Raízes com dois milímetros de remanescente dental coronário, término em chanfrado, restauradas com pinos pré-fabricados associados a núcleo de preenchimento em resina composta e coroa total metálica;

GRUPO XII – Raízes com dois milímetros de remanescente dental coronário, término em ombro, restauradas com pinos pré-fabricados associados a núcleo de preenchimento em resina composta e coroa total metálica;

4.2.7 – Confeção dos núcleos metálicos fundidos:

4.2.7.1 - Preparo do canal radicular:

Para as raízes dos grupos de I a VI, foram realizados preparos intraradiculares expulsivos, através de broca diamantada tronco-cônica [4138/KG-Sorensen, Barueri, SP], em baixa-rotação, sob refrigeração ar/água, tomando-se o cuidado de se padronizar a espessura da parede dentinária vestibular, como descrito na etapa 4.2.2. Os preparos foram realizados em profundidade de 12 mm para as raízes sem remanescente e 14 mm para as raízes com remanescente coronário, restando um comprimento de 5 mm de obturação endodôntica [MORGANO & MILOT, 1993] para todos os grupos de dentes. A conicidade dos preparos foi determinado pelo formato da ponta diamantada 4138.

Após o preparo do canal, as raspas de dentina foram eliminadas com limas endodônticas [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ]. Ao final deste procedimento os canais foram lavados com água e secados com jatos de ar e cones de papel absorvente [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ].

4.2.7.2 - Obtenção dos padrões para fundição

Após o preparo e a limpeza dos canais radiculares, estes foram lubrificados com vaselina pastosa vermelha do sistema Duralay [Duralay Co., EUA], através de lima envolta em algodão. Os padrões para fundição foram obtidos em resina acrílica pela técnica direta [MILLER, 1978], a partir de núcleos de policarbonato pré-fabricados [Nucleo Jet/ Angelus, Curitiba, PR]. Este núcleos possuíam um pino removível com comprimento inferior à profundidade do canal. Por isso, os pinos originais foram descartados e em seu lugar foram fixados outros pinos

confeccionados em resina acrílica Duralay (figura 3a e 3b). Os pinos em resina acrílica receberam uma camada de monômero do sistema Duralay e sobre o mesmo foi aplicada a resina acrílica na fase plástica através do pincel. Ao desaparecer o brilho superficial, o pino foi posicionado no canal para se moldar a sua forma (figura 3c). Os excessos de resina acrílica foram removidos com uma espátula de inserção e o acabamento realizado com brocas de carboneto de tungstênio Maxicut [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ].

Nas raízes que não possuíam remanescente coronário, o núcleo de policarbonato [Nucleo Jet/ Angelus, Curitiba, PR] ficou 2 mm acima da raiz. Quando reembasado, resultou em núcleos mais longos e pinos mais curtos, que os padrões obtidos para os dentes com remanescente dental coronário (Figura 3d).

Nos padrões de acrílico foram fixados os canais de alimentação, fios de cera de 2 e 3 mm de diâmetro. Os núcleos foram incluídos em revestimento [Heat-Shock/Polidental – São Paulo, SP], em número de 3, por meio de anéis de silicone. A cera dos canais de alimentação e o acrílico dos padrões foram eliminados em forno de fundição [Bravac – Brasil] a 600°C e o revestimento foi levado à temperatura de 900°C durante 180 minutos, para a expansão térmica do revestimento. Após o período de expansão, a temperatura do forno foi diminuída para aproximadamente 300°C. Neste momento, nove gramas de liga de prata [Pratalloy / Degusas Div. Dental, Guarulhos, SP] foi aquecida ao ponto de fusão, e injetado no molde de revestimento através de uma centrífuga. Após o resfriamento, o revestimento foi removido e a peça metálica separada do canal de alimentação, através de discos de carborundo [Viking/ KG-Sorensen, Baueri, SP]. Eventuais

imperfeições decorrentes da fundição foram eliminadas e os núcleos metálicos fundidos (figura 3 e) foram provados diretamente nas raízes, para se verificar a adaptação. A figura 3 f ilustra os diferentes comprimentos dos núcleos para raízes com 17 e 19 mm de comprimento.

4.2.7.3 - Cimentação dos núcleos fundidos:

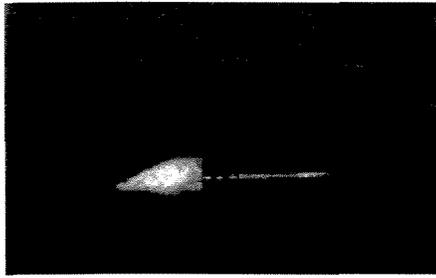
Com o objetivo de padronizar as amostras, os núcleos metálicos fundidos e os pinos pré-fabricados foram cimentados com o mesmo agente de fixação resinoso – Enforce [Dentsply, Petrópolis, RJ].

A superfície radicular dos núcleos fundidos recebeu um jato com partículas de óxido de alumínio [MORGANO & MILOT, 1993] com partículas de 50 μm . Após este tratamento os mesmos foram lavados com água corrente e secos com jatos de ar.

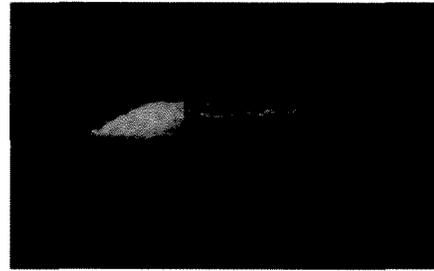
Antes da cimentação os canais radiculares foram limpos com uma lima envolta em algodão, embebida em álcool, para eliminar os resíduos de eugenol [TJAN & NEMETZ, 1992].

O procedimento adesivo foi realizado como descrito pelo fabricante do sistema Scotchbond Multi-uso Plus [3M do Brasil, Sumaré, SP]: condicionamento ácido por 15 segundos, lavagem por 15 segundos e remoção dos excessos de água, realizada com cones de papel endodônticos. Com a dentina ainda úmida, foi aplicado o sistema adesivo na seguinte seqüência: ativador, “primer” e catalisador. Os excessos de cada produto foram removidos com cones de papel absorvente e após a aplicação do “primer” aguardou-se 20 segundos para volatilização do

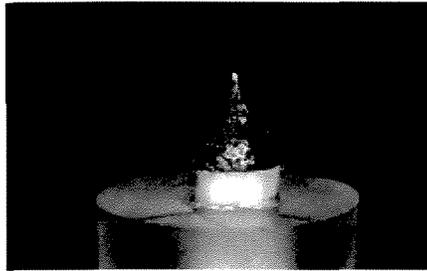
solvente e da água. Para a padronização da quantidade de pasta base e catalisadora do cimento, foi utilizada uma seringa de insulina modificada - a parte onde se insere a agulha foi seccionada e o cursor de borracha fixado de maneira que ficasse espaço para ser preenchido com a pasta de resina. As pastas foram dispensadas em placa de vidro e foram homogeneizadas por meio de uma espátula metálica [#50 / Duflex/ SS White, São José dos Pinhais, PR]. O cimento resinoso foi inserido no canal com broca lentulo [Maillefer / Dentsply, Petrópolis, RJ] em baixa rotação. Os núcleos metálicos fundidos, previamente jateados com óxido de alumínio [WISKOTT *et al.*, 1999], receberam uma camada de silano e uma camada de catalisador, antes de serem inseridos aos canais. Durante a sua inserção, efetuou-se movimentos vibratórios para diminuir a tensão hidrodinâmica do cimento e estabilizados com pressão digital. Após a adaptação, os excessos foram removidos com espátula para escultura de resina composta [Thompson n°2, Thompson Inc, EUA] e pincéis Microbrush [Microbrush Co., EUA/ distr. SS White, Barueri, SP]. Além da polimerização química iniciada pelo produto, foi realizada uma fotoativação por 40 segundos nas faces proximais, incidindo-se a ponteira do fotopositivador inclinada [XL 3000 / 3M do Brasil, Sumaré, SP], aproximadamente 45°, através da face oclusal da raiz, por vestibular e lingual.



a) Núcleo Jet e o pino de acrílico confeccionado com resina acrílica



b) Pino de acrílico fixado à porção coronária do padrão pré-fabricado



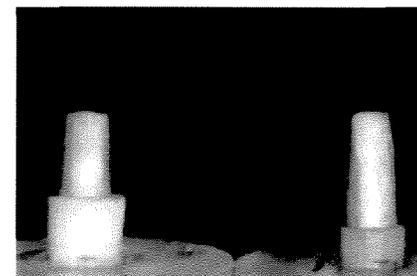
c) Reembasamento do padrão com resina Duralay



d) Raiz com 17 mm de comprimento e raiz com 19 mm, com os respectivos padrões em resina, cujos núcleos possuíam diferentes comprimentos



e) Núcleo fundido para uma raiz com 17 mm de comprimento.



f) Amostras com e sem remanescente dental coronário após a cimentação dos núcleos metálicos

Figura 3 – Ilustração do procedimento de obtenção de núcleos metálicos fundidos.

4.2.8 – Confecção dos núcleos de preenchimento

4.2.8.1 – Preparo dos canais radiculares e cimentação dos pinos:

As raízes dos grupos VII a XII foram limpas com pasta de pedrapomes e água, aplicada com escova Robinson [KG Sorensen, Barueri, SP] em baixa rotação. Após a profilaxia, as amostras foram lavadas e secadas para confecção do preparo do canal radicular.

Selecionou-se o pino número 3 do sistema de ancoragem intraradicular Flexi-post [Essential Dental Systems, EUA - EDS do Brasil, São Paulo, SP], cuja broca correspondente foi inserida no canal radicular até o comprimento determinado, num único movimento, para se evitar alargar excessivamente o preparo (figuras 4a e 4b). A broca que confeccionou o batente vertical foi utilizada para finalizar o preparo (figura 4c). O pino Flexi-post é composto de uma porção intra-radicular de 13 mm e uma parte coronária. O preparo foi executado em profundidade de 14 mm para os dentes com remanescente coronário e em 12 mm de profundidade para as raízes sem remanescente. Este procedimento possibilitou a padronização da profundidade do pino a partir do ápice radicular, permanecendo 5 mm de obturação endodôntica.

Ainda como parte complementar do preparo, o pino foi testado no canal preparado através de uma chave de inserção. Neste passo foram confeccionadas as roscas sobre a dentina do canal radicular. Para diminuir as tensões geradas durante o procedimento de inserção do pino, a cada volta retrocedia-se $\frac{1}{4}$, aguardando-se 1 a 3 segundos. A dentina, por ser viscoelástica, dissipa as tensões a ela aplicadas em poucos segundos se mantida a pressão [ROSS *et al.*, 1991]. Após a confecção das roscas, removeu-se o pino e o canal foi novamente

limpo com uma lima envolta em algodão embebido em álcool, lavado com água e secado com jatos de água/ar [TJAN & NEMETZ, 1992].

A secagem foi complementada com cones de papel e o canal foi condicionado com ácido fosfórico a 35% durante 15 segundos e lavado durante 15 segundos com água. O excesso de água foi removido através de cones de papel absorvente, mantendo a dentina úmida para evitar o colapso das fibras colágenas.

A técnica adesiva para cimentação do pino pré-fabricado é a mesma descrita para o núcleo metálico fundido. Após o procedimento adesivo o pino foi introduzido no canal radicular, retrocedendo um quarto de volta a cada volta completa, para diminuir a pressão hidrodinâmica durante a sua inserção. O excesso do agente de cimentação foi removido e a porção coronária deste fotopativado por 80 segundos - 40 segundos cada face (figura 4d).

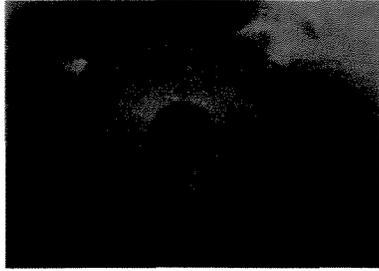
4.2.8.2 - Confeção dos núcleos de preenchimento:

Os núcleos de preenchimento foram confeccionados através de matrizes plásticas a fim de padronizar suas dimensões. As matrizes plásticas foram obtidas a partir da moldagem da porção coronária do núcleo metálico fundido (figura 4e).

Cinco amostras contendo os respectivos núcleos fundidos, foram posicionadas sobre uma máquina plastificadora a vácuo. Os núcleos foram lubrificados com vaselina líquida para evitar a união com a moldeira a ser confeccionada. Uma lâmina de acetato Cristal [Bio-Art, São Carlos, SP] de 0,3 mm de espessura foi posicionada na plastificadora [Bio-Art, São Carlos, SP] para a execução da moldagem dos núcleos metálicos. As amostras só eram posicionadas na plastificadora à vácuo no momento da moldagem e em seguida

acondicionados em recipiente com água para não sofrerem desidratação. Este procedimento foi repetido até se obterem 60 moldes, posteriormente utilizados para se confeccionar os núcleos em resina composta. As moldeiras obtidas foram recortadas com tesouras e lâminas de bisturi [Feather Safety & Razor Co., EUA].

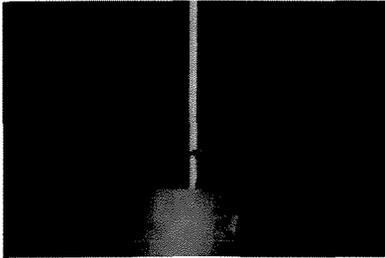
Os núcleos de preenchimento foram construídos com a resina composta Z-250 [3M, Saint Louis, EUA]. A parte coronária das raízes e o pino foram condicionados com ácido fosfórico por 15 segundos. A superfície tratada foi lavada com jatos de água por 15 segundos e os excessos removidos com discos de papel absorvente, obtidos de papel de coador de café. Com a dentina úmida procedeu-se a aplicação do sistema adesivo Scotchbond Multi-uso Plus na seguinte seqüência: aplicação do “primer” com pincéis [Microbrush Co., EUA], pelo tempo de 20 segundos, aplicação do adesivo seguido de fotoativação por 20 segundos. A resina composta foi inicialmente adaptada em camadas em torno do pino pré-fabricado, cada camada fotopativada por 20 segundos (figura 4e). Os moldes plásticos previamente confeccionados (figura 4f) foram preenchidos com resina composta e foram posicionados sobre a porção coronária do pino. Os excessos gengivais foram removidos e a resina fotoativada durante 20 segundos em cada face. Após a polimerização, os moldes plásticos foram secionados com lâminas de bisturi nº 15 e removidos (figura 4g). Após a confecção dos núcleos de preenchimento (figura 4h), as amostras foram armazenadas em estufa, em umidade relativa de 100%, para a fase de preparo protético.



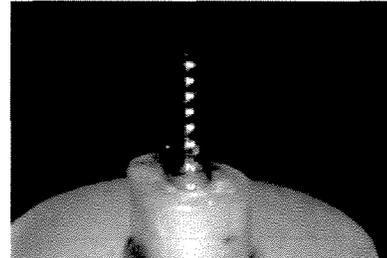
a) Visão do canal radicular



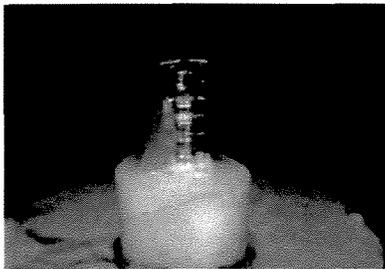
b) Preparo do canal radicular com a broca de preparo do canal radicular



c) Preparo do batente vertical para adaptação do pino pré-fabricado



d) Pino pré-fabricado metálico cimentado



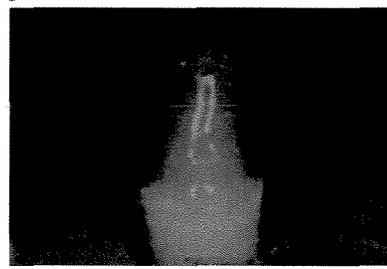
e) Inserção da resina composta em volta do pino



f) Matrizes de poliéster obtidas a partir da moldagem dos núcleos metálicos



g) Remoção das matrizes de plástico com lâminas de bisturi



h) Núcleo de preenchimento após a fotoativação

Figura 4 – Seqüência ilustrada da confecção dos núcleos de preenchimento.

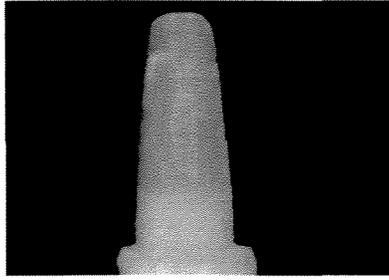
4.9 - Preparo protético:

O preparo protético foi confeccionado de acordo com o grupo experimental, ou seja, com término gengival em forma de chanfrado, ombro biselado e ombro sem bisel. Os termos foram localizados no limite entre dente e núcleo para 60 corpos de prova – raízes sem remanescente dental - e 2,0 mm abaixo deste limite para as 60 amostras restantes – raízes com remanescente dental (figura 5a à 5f).

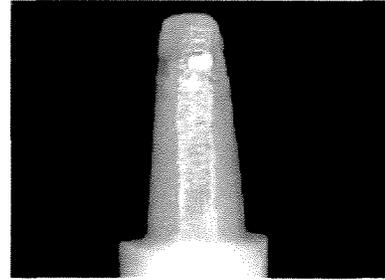
Os desgastes foram realizados em alta-rotação [Kavo, Joinville, SC] sob refrigeração ar/água. Foi seguido o contorno externo do dente e a profundidade do desgaste foi limitada ao diâmetro de uma broca diamantada cilíndrica com extremidade em forma de chama [3216, KG Sorensen, Barueri, SP] para o chanfrado e cilíndrica com extremidade reta [3047 KG Sorensen, Barueri, SP] para confecção dos preparos do tipo ombro. Assim, a profundidade do preparo na direção axial foi de aproximadamente 1,0 mm.

Para os grupos com término em ombro-biselado, o bisel foi confeccionado com a ponta diamantada tronco-cônica 3203 [KG Sorensen, Barueri, SP] em baixa rotação, com aproximadamente 0,5 mm.

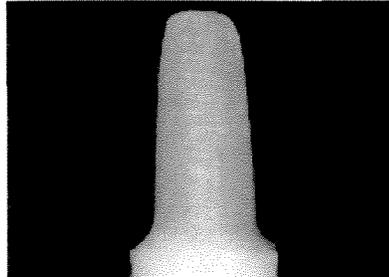
O acabamento foi realizado em toda a extensão dos núcleos com o auxílio das mesmas pontas diamantadas em baixa rotação.



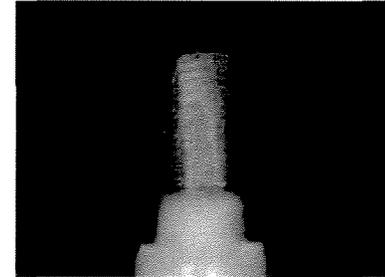
a) Núcleo de preenchimento com remanescente dental coronário após a finalização do preparo com término gengival em ombro biselado



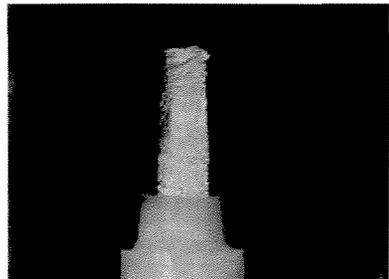
b) Término gengival em ombro para uma raiz sem remanescente dental coronário



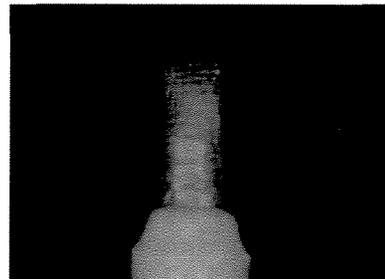
c) Término gengival em chanfrado em uma raiz sem remanescente dental coronário.



d) Exemplo de término gengival em ombro biselado para amostra com núcleo metálico fundido e com remanescente dental coronário



e) Núcleo metálico fundido com término gengival em ombro realizado em raiz com remanescente dental coronário



f) Núcleo metálico fundido com término gengival em chanfrado em amostra com remanescente dental coronário

Figura 5 – Ilustração das modalidades de preparo dos núcleos e seus respectivos terminos gengivais

4.10 - Coroas protéticas:

Após a finalização dos preparos protéticos, foram confeccionadas coroas em resina acrílica [Duralay, Duralay Co., EUA] para serem empregadas como padrão para fundição das coroas totais metálicas.

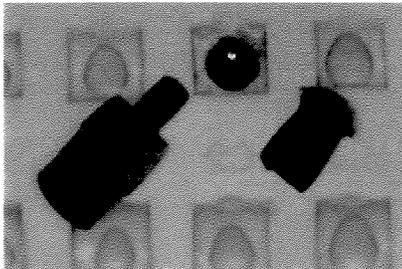
As dimensões das coroas metálicas foram padronizadas pela utilização do sistema Permanent Crowns [Dent-Prov – Angelus, Curitiba, PR]. Pó e líquido da resina acrílica Duralay, na proporção 3:1, foram misturados e inseridos durante a fase plástica no molde de silicone, em seguida o pino de silicone era posicionado sobre o molde. Após cinco minutos o pino era removido e obtinham-se coroas ocas em acrílico, com dimensões padronizadas (Figura 6a). Foram obtidas 120 coroas em acrílico utilizando o tamanho A2 do kit Permanent Crowns. De posse dessas coroas, os preparos foram lubrificados com vaselina líquida e procedeu-se o reembasamento das mesmas diretamente no preparo radicular. Os excessos foram removidos através de brocas de aço [Edenta 1510/ AG – Brasil] (figuras 6b à 6d).

Após o reembasamento, foi realizado o vedamento periférico com cera para troquel [Thowax – Suíça]. Também em cera, foi acrescentado na face palatina uma plataforma quadrada e plana. No centro desta face, foi confeccionada uma cavidade de aproximadamente 2 mm de diâmetro, a fim de apoiar a ponteira metálica durante o ensaio de resistência à compressão. O nicho foi determinado com auxílio de uma régua milimetrada (figuras 6e e 6f).

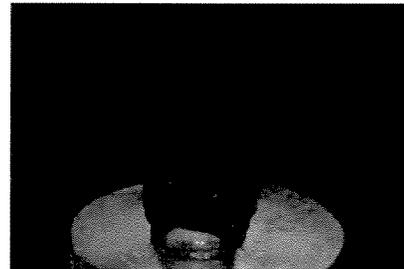
Os padrões de acrílico foram incluídos em anéis de silicone através de revestimento cerâmico para alta fusão [Heat- Shock, EUA]. Após a presa, o anel de silicone foi removido e o revestimento foi levado ao forno [Bravac, Brasil] para ser aquecido a 900°C durante duas horas, eliminando-se no início desse procedimento o acrílico e também para expansão do revestimento. A peça cerâmica foi posicionada no cadinho de metal e a liga de Ni-Cr [Laborcast, Willians, EUA – Labordental Imp., São Paulo, SP] aquecida a aproximadamente

1300°C. Após o derretimento, a centrífuga foi destravada e o metal injetado. A peça foi removida do revestimento e as coroas seccionadas do canal de alimentação.

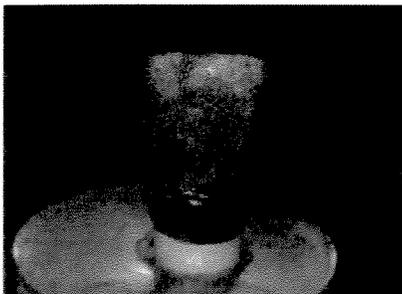
Obtidas as coroas, estas receberam jato de óxido de alumínio na porção interna e foram provadas para se analisar a adaptação aos preparos protéticos (Figura 7a).



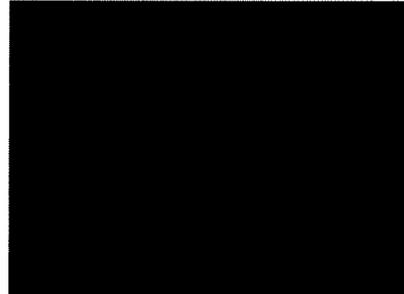
a) kit Permanent crowns para se obter as coroas em resina acrílica



b) Coroas em acrílico reembasadas com Durlay



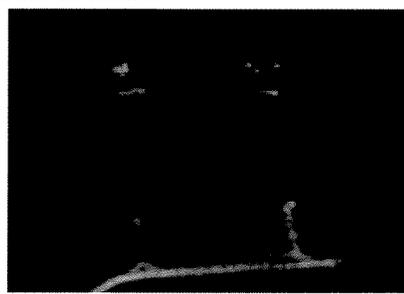
c) Adaptação da coroa em resina



d) Visão do término após a remoção dos excessos de resina



e) enceramento do apoio palatino



f) Após o vedamento periférico com cera, as coroas foram unidas ao canal de alimentação para inclusão em revestimento

Figura 6 - Seqüência de procedimentos para obtenção do padrão de acrílico para fundição e obtenção das coroas metálicas.

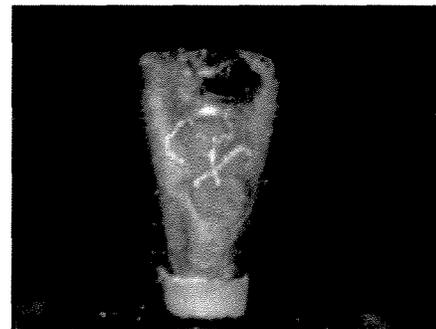
4.11 - Cimentação das coroas metálicas:

Para a cimentação das coroas protéticas, foi utilizado um cimento de fosfato de zinco [LS/ Vigodent] [WHITE & SANGSURASAK, 1995]. O cimento foi espatulado conforme as instruções do fabricante na proporção de 1:1 sobre uma placa de vidro com 20 mm com uma espátula metálica nº 50 [Duflex / SS White, São José dos Pinhais, PR] e levado às bordas das coroas com uma espátula de inserção nº 1 [Duflex / SS White, São José dos Pinhais, PR]. As coroas foram fixadas sobre os núcleos e foi mantida uma pressão digital durante 5 minutos. Os excessos de cimento foram removidos através de curetas para dentina [Duflex / KG Sorensen] (figura 7b).

Realizada a remoção dos excessos, as amostras foram armazenadas em ambiente úmido, à temperatura de 37°C, por 48 horas, para realização do ensaio de resistência à fratura.



a) Visão do término gengival da coroa protética, de um preparo do tipo ombro biselado

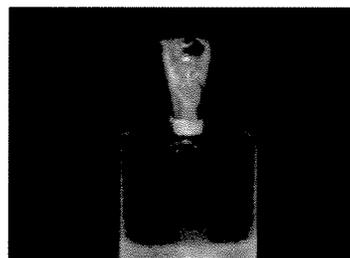
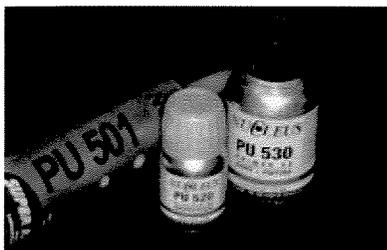


b) Coroa metálica cimentada ao preparo com cimento de fosfato de zinco

Figura 7 – Ilustração da prótese unitária metálica

4.12 – Ligamento periodontal artificial:

As raízes restauradas foram removidas dos cilindros de resina e ambos foram limpos com cureta periodontal e jatos de bicarbonato de sódio e água. As amostras foram fixadas em placas de cera utilidade [Duradent, EUA] através da borda incisal das coroas metálicas. Sobre a porção radicular e no alvéolo artificial foi aplicado o primer PU 520 durante 10 segundos e, posteriormente, o adesivo fluido PU 530, este último aguardado durante 10 minutos para posterior inserção da borracha a base de uretano PU 501 [Nexus, Núcleus Duplex, Suécia – Imp. e Distr. Dinol Ltda, São Paulo, SP] (figuras 8a e 8b).



a) Adesivo a base de uretano utilizado para fixar o dente ao cilindro de resina b) Dente fixado ao alvéolo artificial para fixar o dente ao cilindro de resina

Figura 8 – Ilustração da amostra incluída no bloco de resina por meio de ligamento periodontal artificial.

4.13 - Teste de resistência à fratura:

Para a realização do ensaio de resistência à fratura, foi utilizado um suporte metálico em aço inoxidável - 70 mm de altura por 70 mm de base, que possui um plano inclinado de 45° em relação à sua base [MARCHI, 1997]. Este plano inclinado possui em sua porção central uma cavidade cilíndrica com 21 mm de diâmetro por 20 mm de profundidade. Esse suporte foi idealizado para que o carregamento fosse aplicado num ângulo de 135° em relação ao longo

eixo do dente [MOYERS,1975]. O suporte metálico foi apreendido por uma morsa coordenada [Brace S.A. / S.P.], fixando-o firmemente para não sofrer deslocamentos durante o teste. Esta morsa também facilitou o posicionamento espacial do dente em relação à ponta metálica durante a aplicação do carregamento tangencial de compressão (figura 9).

Na cavidade da base metálica foi adaptado o bloco de resina contendo o dente, com a superfície palatina voltada para a ponta ativa da Máquina Universal de Ensaios [Instron], onde foi aplicado o carregamento tangencial de compressão, a uma velocidade de 0,5 mm/min [SIRIMAI *et al.*, 1999], através de uma ponteira metálica com extremidade esférica de 2,0 mm de diâmetro. Os dados obtidos foram tabulados e trabalhados estatisticamente.

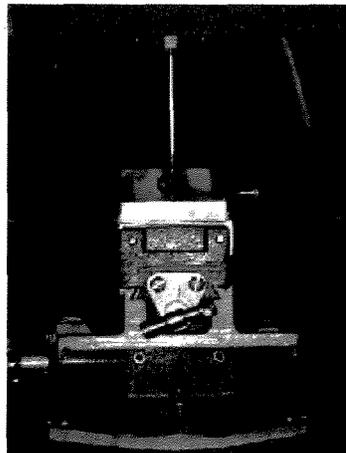


Figura 9 – Base metálica e morsa coordenada utilizadas para fixação e posicionamento das amostras junto à máquina universal de ensaios durante o teste de carregamento oblíquo

4.13 – Análise do padrão de fratura:

Para a observação do padrão de fratura os dentes foram removidos do bloco de resina de poliestireno e a camada que simulava o ligamento periodontal foi eliminada por meio de cureta periodontal. A superfície dental foi limpa com jatos de bicarbonato de sódio e observaram-se as linhas de fratura e trincas através de uma lupa manual (4x).

Os dados foram tabulados (tabela 10 do anexo 2) e classificados segundo o padrão de fratura apresentado (figura 11 do anexo 3). Os diferentes padrões anotados foram: Fratura horizontal, quando a linha seguia uma região próxima ao limite entre a coroa e a raiz bovina; Fratura transversal, para traços oblíquos, que foi subdividida segundo a localização da trinca em: cervical, média e apical; e Fratura longitudinal, para trincas ou fraturas que seguiram o longo eixo da raiz.

4.14 - Análise estatística:

Para as médias de resistência à fratura foi realizado um delineamento experimental totalmente ao acaso através de um esquema fatorial 2x3x2 como demonstrado na tabela 2, em que os fatores foram:

- Remanescente dental coronário - virola, em dois níveis – com remanescente (CR) e sem remanescente (SR);
- Término protético, em 3 níveis – Ombro biselado (OB), chanfrado (CH) e ombro (OM);
- Pino Intra-radicular, em 2 níveis – Pino pré-fabricado (PF) e núcleo metálico fundido (NM).

RESULTADOS

Para a análise estatística da variável de resposta resistência à fratura foram utilizados os dados obtidos no ensaio mecânico (Anexo 1, tabela 9). Para isto, foi aplicado o teste de Análise de Variância ao nível de 5% de significância [programa SAS], cujo resultado apontou F igual a 21,07 significativo e coeficiente de variação de 23,57091, aceitável para ensaios *in vitro*. Também foi analisada a pressuposição do modelo, que apontou problemas de homogeneidade de variância e escala. Para corrigir esses problemas o programa sugeriu uma transformação logarítmica na base 10. Essa transformação ajustou os dados e novo teste de Análise de Variância foi aplicado (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise de Variância para o teste de resistência à fratura.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Tratamento	11	2.63150872	0.23922807	21.07	0.0001
Resíduo	108	1.22651348	0.01135661		
Total	119	3.85802219			

Coeficiente de variação : 5.428733

A nova Análise de Variância apontou F de 21,07, significativo no nível de 5% (Pr>F 0,0001) e coeficiente de variação de 5,428733. Por ser um delineamento fatorial (2x3x2), foi realizado uma decomposição da Análise de Variância para evidenciar os fatores e suas interações (Tabela 4).

Tabela 4 – Decomposição da Análise de Variância para o delineamento fatorial (2x3x2) para o ensaio de resistência à fratura

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Remanescente	1	1.38016866	1.38016866	121.53	0.0001
Término	2	0.61843152	0.30921576	27.23	0.0001
Pino	1	0.32418789	0.32418789	28.55	0.0001
Rem X Term	2	0.19616651	0.09808325	8.64	0.0003
Rem X Pino	1	0.07192797	0.07192797	6.33	0.0133
Térm X Pino	2	0.01136913	0.00568457	0.50	0.6076
Rem x Term X Pino	2	0.02925703	0.1462852	1.29	0.2800

$\alpha = 0,05$

Em negrito destacam-se as condições experimentais em que houve diferença estatística significativa.

A decomposição da Análise de Variância demonstrou efeito significativo para os fatores remanescente, término e pino, e nas interações duplas: remanescente *versus* término e remanescente *versus* pino. Porém, não houve diferença estatística significativa para a interação dupla término *versus* pino, nem para a interação tripla remanescente *versus* término *versus* pino.

Pelo fato de ter sido encontrado efeito significativo nas interações duplas, foi aplicado o teste de Diferença da Média de Mínimos Quadrados (DMMQ) para essas interações. Os seus resultados são apresentados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Resultado do teste DMMQ para a interação remanescente *versus* término no ensaio de resistência à fratura.

Remanescente		Média (kgf)	DMMQ*
x	término		
CR	OB	2.10254949	a
CR	CH	2.08160685	a b
CR	OM	2.02665254	b c
SR	OB	1.98802296	c
SR	CH	1.86523553	d
SR	OM	1.71407875	e

*Letras iguais indicam não haver diferença estatística significativa ($\alpha=0,05$)

CR – com remanescente

SR – sem remanescente

OB – ombro biselado

CH – chanfrado

OM – ombro

Tabela 6 – Resultado do teste DMMQ (mínima diferença dos quadrados médios) para a interação remanescente *versus* pino para o ensaio de resistência à fratura

Remanescente		Média (kgf)	DMMQ*
x	pino		
CR	PF	2.097763557	a
CR	NM	2.04277568	b
SR	PF	1.93223564	c
SR	NM	1.77932118	d

*Letras iguais indicam não haver diferença estatística significativa ($\alpha=0,05$)

NM – núcleo metálico fundido

PF – pino pré-fabricado

CR – sem remanescente

SR – sem remanescente

Os valores médios de resistência à fratura para os diferentes grupos expressos em kgf estão apresentados na tabela 2 do anexo 3. Para melhor evidenciar o comportamento dos grupos, foi inserido o gráfico Box-plot, onde se observam os maiores e os menores valores, a mediana, a amplitude interquartílica e os valores discrepantes (Figura 10).

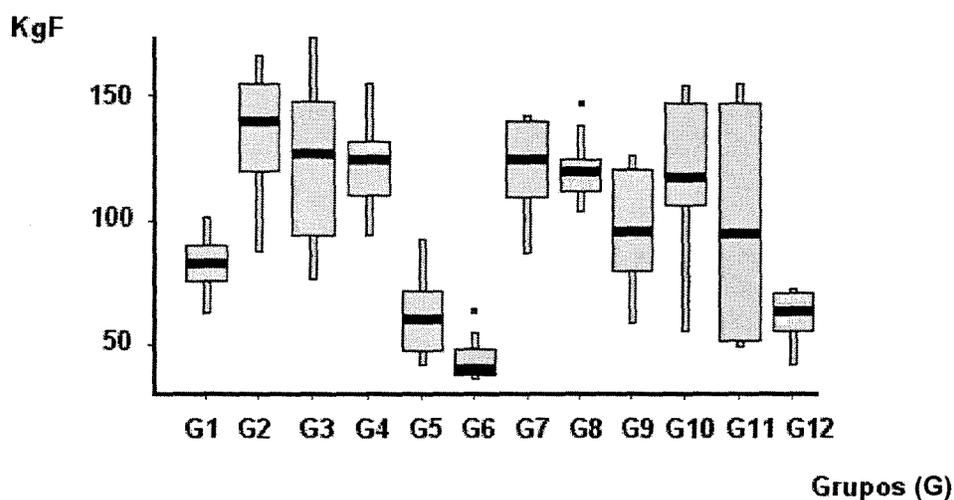


Figura 10 – Gráfico Box-plot para o resultado do ensaio de resistência à fratura nos diferentes grupos experimentais.

A observação dos padrões de fratura para os diferentes grupos experimentais estão apresentados nas tabelas 7 e 8 e ilustrados na figura 11 do anexo 3.

Tabela 7 – Incidência e padrão de fraturas para os diferentes grupos experimentais, após o ensaio mecânico.

Padrão de fratura Tratamento	FH lac	FT c	FT m	FT a	FL
SR X OB X NM	1	3	3	-	3
SR X CH X NM	1	4	2	-	3
SR X OM X NM	1	2	3	-	4
CR X OB X NM	1	3	6	-	-
CR X CH X NM	1	4	4	-	1
CR X OM X NM	3	1	5	-	-
SR X OB X PF	2	2	2	2	2
SR X CH X PF	2	3	3	1	1
SR X OM X PF	1	1	3	1	3
CR X OB X PF	-	2	7	1	-
CR X CH X PF	2	2	3	1	2
CR X OM X PF	-	1	5	1	3

FH lac = Fratura horizontal no limite entre a coroa protética e a dentina)

FT c = Fratura transversal no terço cervical da raiz

FT m = Fratura transversal no terço médio da raiz

FT a = Fratura transversal no terço apical da raiz

FL = Fratura longitudinal

Tabela 8 – Porcentagem da incidência de fraturas para os fatores pino, remanescente e término gengival, após o ensaio mecânico.

Padrão de fratura Tratamento	FH lac (%)	FT c (%)	FT m (%)	FT a (%)	FL (%)
NM	13	28,33	40	-	18,33
PF	11,66	18,33	38,33	11,66	18,33
SR	13,33	25	28,33	6,66	26,66
CR	11,66	21,66	50	5	11,6
OB	10	25	45	7,5	12,5
CH	15	21,66	30	5	17,5
OM	12,5	12,5	42,5	5	27,5

Os resultados da observação do padrão de fratura (Tabelas 7 e 8) demonstraram predomínio de fraturas transversais no terço médio da raiz para os diferentes tratamentos. Foi possível observar o dobro de fraturas longitudinais nos grupos sem remanescente dental coronário, quando comparado aos grupos com remanescente. O mesmo foi observado para o término em ombro, que apresentou o dobro de incidência de fraturas longitudinais que os grupos com término em ombro biselado ou chanfrado. O número de fraturas longitudinais para os grupos restaurados com os dois diferentes sistemas de retenção intra-radicular foi semelhante. Porém, observou-se um maior número de fraturas transversais no terço cervical para os núcleos fundidos e no terço apical para os pinos pré-fabricados.

DISCUSSÃO

Dentes tratados endodonticamente com grande destruição coronária necessitam ser reconstruídos através de métodos de retenção intra-radicular e coroas protéticas [ROSEN, 1961]. A resistência do dente restaurado pode estar na dependência do pino e núcleo utilizados [ASSIF *et al.* 1993; CHANG & MILSTEIN, 1993; SORENSEN & ENGELMAN (2), 1990], do formato do término gengival do preparo [FAHRA & KRAIG, 1974] e principalmente da quantidade de estrutura dental remanescente [TROPE *et al.* 1985]. A coroa protética metálica, quando envolve um bisel gengival ou 1 a 2 mm de remanescente dental coronário, é capaz de fornecer um efeito de abraçamento dental, reforçando a estrutura dental remanescente [SORENSEN & ENGELMAN (1) 1990].

Para os grupos com raízes bovinas sem remanescente dental, o término em ombro biselado demonstrou os maiores valores de resistência à fratura, com diferença estatística, quando comparado aos termos em chanfrado e em ombro. O término em ombro apresentou os menores valores, com diferença estatística ao chanfrado. O bisel foi confeccionado com um comprimento em torno de 1 mm além do limite entre raiz e núcleo protético. Este término, quando envolvido por uma banda de metal é capaz de aumentar a resistência à fratura do conjunto raiz/núcleo/coróa protética [SORENSEN & ENGELMAN (1), 1990]. O término gengival em ombro não fornece parede em dentina para ser abraçada pela coroa protética, desse modo, toda a força oblíqua à coroa será suportada diretamente pelo núcleo protético e transmitido sucessivamente ao pino e ao canal radicular, gerando efeito

de alavanca sobre as paredes internas da raiz. O término em chanfrado, apesar de não possuir um bisel em sua extremidade, se estendeu além do limite entre raiz e núcleo protético, envolvendo em torno de 0,5 mm de estrutura dentinária radicular. Este desgaste permitiu o envolvimento de uma pequena quantidade de estrutura dental pela coroa protética, fornecendo um efeito de abraçamento menor do que o conseguido com o término em ombro biselado, levando a menor valores de resistência.

Comparando-se os grupos com remanescente dental coronário, o término em ombro biselado apresentou valores de resistência à fratura superiores aos demais termos, sem diferença estatística significativa em relação ao término em chanfrado. O término em ombro apresentou os menores valores com diferença estatística em relação ao término em ombro-biselado. Isto demonstra que, mesmo com a presença de dentina coronária, o tipo de término gengival continua a ter influência nos valores de resistência à fratura. Porém, para os termos em ombro biselado e chanfrado a presença do remanescente dental coronário resultou sempre em maiores valores de resistência à fratura, com diferença estatística significativa dos grupos sem remanescente coronário, corroborando com o trabalho de SORENSEN & ENGELMAN (1), 1990.

Os mesmos autores relataram a importância da confecção de preparos com configuração geométrica, que forneçam uma área axial em estrutura dental suficiente para o abraçamento periférico da raiz. Nos grupos com ombro biselado, o bisel foi confeccionado às expensas da raiz, e teve aproximadamente 1 mm de comprimento além do limite coroa/raiz estabelecido para o término em ombro.

Este acréscimo do abraçamento é uma variável intrínseca do término com bisel, e proporcionou uma maior resistência à fratura. No término em chanfrado também houve um aumento da extensão do abraçamento, de aproximadamente 0,5 mm, menor do que a extensão do bisel, porém, resultando também em um acréscimo nos valores de resistência à fratura.

O término em ombro com bisel nos grupos sem remanescente coronário não apresentou diferença estatística significativa com relação aos grupos com remanescente coronário e sem bisel, o que nos permite concluir que o efeito de abraçamento é alcançado de maneira semelhante utilizando-se do bisel cervical ou do envolvimento de estrutura coronária na parede axial do núcleo. Além disso, há sinergismo, pois os maiores valores de resistência à fratura foram conseguidos quando havia a presença de estrutura remanescente junto ao bisel gengival. Esta associação de remanescente dental e confecção da cinta metálica poderia ser utilizada em casos de dentes com coroa clínica curta, onde a estética não é fator preponderante e quando as forças oblíquas à coroa protética excedem as forças de mastigação normal, como em dentes retentores de próteses parciais fixas ou removíveis, adjacentes à extremidade livre ou a grandes espaços protéticos.

Os grupos com término em ombro e sem remanescente coronário apresentaram os menores valores de resistência à fratura em relação aos demais termos, não se considerando-o uma boa opção nos casos em que não é possível o envolvimento de estrutura dental coronária.

Nesta pesquisa, o remanescente de dentina coronária foi padronizado em 2 mm, pois segundo ASSIF *et al.*, 1993 é o suficiente para fornecer o efeito de

abraçamento quando a coroa protética é cimentada. Os grupos com remanescente dental apresentaram valores superiores aos grupos sem remanescente, com diferença estatística significativa, com exceção dos grupos com remanescente e término em ombro e grupos sem remanescente e término em ombro biselado, que não apresentaram diferença estatística entre si. Estes resultados não corroboram com o trabalho de TJAN & WHANG, 1985, porém estão de acordo com os resultados de BARKHORDAR *et al.* [1989], SORENSEN & ENGELMAN (1) [1990]; ASSIF & GORFIL [1994]; KAHN *et al.* [1996] e CATHRO *et al.* [1996]. Após o preparo protético, o remanescente dental coronário passa a fazer parte da parede axial do núcleo e, uma vez cimentada a coroa metálica, ocorre a formação da virola, que aumenta a resistência à fratura da raiz. O aumento de resistência é explicado pela maior preservação de estrutura dental e pela diminuição do efeito de alavanca do pino sobre as paredes do canal radicular [SORENSEN & ENGELMAN (2), 1990; LONEY *et al.*, 1990], porque os esforços mastigatórios são dissipados por essa parede de dentina.

Quando comparados os sistemas de retenção intra-radulares, foram detectadas diferenças estatísticas tanto para os grupos com remanescente quanto para os grupos sem remanescente coronário, com resultados superiores para os dentes restaurados com pinos pré-fabricados e núcleo de preenchimento em resina composta. Os trabalhos de GELFAND *et al.* [1984], ASSIF *et al.* [1993], SIRIMAI *et al.* [1999] e PAULILLO [2001] mostram resultados que se opõem a estes. No entanto, AKKAYAN & CANIKLIOGLOU, em 1998, encontraram que o pino Flexi-post associado ao núcleo de preenchimento foi mais resistente que núcleo

metálico fundido, quando recobertos por coroa metálica envolvendo 1 mm de estrutura dental. Além disso, estudos de resistência à fadiga [HUYSMANN & VAN DER VARST, 1995] e também estudos clínicos, com duração aproximada de 10 anos, mostram maior índice de falhas para núcleos metálicos fundidos do que para pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento [SORENSEN & MARTINOFF, 1984; LINDE, 1984, TORBJÖRNER *et al*, 1995].

Foi demonstrado por ASSIF *et al*. [1989] que a espessura da dentina vestibular tem influência na resistência à fratura das raízes submetidas ao teste de resistência à fratura. Na presente pesquisa, os canais foram levemente alargados para que a espessura da parede vestibular da raiz fosse padronizada. Este procedimento pode ter resultado em uma raiz menos resistente à fratura, pois segundo Trope *et al*, 1985, a remoção de dentina do canal radicular pode diminuir a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e segundo HUNTER *et al*., 1989, pode aumentar a concentração de tensões nas paredes internas do canal radicular. Para os grupos restaurados com núcleos metálicos, a remoção de dentina para a padronização da parede de dentina foi ainda somada ao desgaste intra-canal, que teve por objetivo dar expulsividade ao preparo, resultando em uma menor resistência do remanescente radicular. O maior volume de metal e, por conseguinte, o menor volume de parede dentinária, pode ter sido um dos fatores responsáveis pela diferença observada entre os grupos restaurados com núcleos fundidos em relação aos pinos pré-fabricados e núcleo de preenchimento.

Por outro lado, com a presença do remanescente dental de 2 mm e da parede axial em dentina não deveria haver influência do fator pino nos valores de

resistência à fratura [SORENSEN & ENGELMAN (1), 1990]. Entretanto, os resultados demonstraram que os núcleos fundidos apresentaram resultados inferiores, com diferença estatística, em relação aos pinos pré-fabricados, mesmo na presença da virola. SAUPE *et al.*, em 1994, encontraram que a virola não aumentou a resistência à fratura de raízes com o canal alargado, em que os pinos foram cimentados com resina composta. Situação semelhante pode ter ocorrido neste trabalho para os grupos restaurados com núcleo metálico fundido, devido à padronização da parede vestibular do canal.

A cimentação de um pino pode recuperar em parte a resistência perdida durante o preparo do canal [LEARY *et al.*, 1987], porém, estes sistemas de ancoragem podem mais enfraquecer do que reforçar a raiz [TROPE *et al.*, 1985]. Uma maneira de reforçar a raiz debilitada seria através do seu preenchimento com um material adesivo e resiliente como a resina composta [SAUPE, 1994; MENDOZA & EAKLE, 1994]. Assim, a superioridade apresentada pelo núcleo em resina composta comparado ao núcleo metálico fundido também poderia ser explicada pela união micromecânica entre sistema adesivo e dentina da porção coronária da raiz e também pela união química entre cimento resinoso e resina composta utilizada como núcleo [PAMEIJER & LOUW, 1997]. A união micromecânica formaria uma espécie de bloco único entre o núcleo de preenchimento e a raiz, condição que poderia reforçar a estrutura dental remanescente [MENDOZA *et al.*, 1997]. Além disso, o cimento que envolve a parte gengival do pino intra-radicular está geralmente em maior espessura por compensar a desadaptação do pino ao canal. Este volume de resina composta com baixo módulo de elasticidade poderia agir

como um dissipador de tensões devido a sua maior resiliência [CHANG & MILLSTEIN, 1993; SAUPE *et al.*, 1994; COHEN *et al.*, 1997; REAGEN *et al.*, 1999]. Além disso, quando o pino é totalmente recoberto por compósito, a quantidade de tensões transmitidas ao pino e conseqüentemente ao canal é diminuída [WALTON & GLICK, 1996]. Porém, devido a falta de estudos que avaliem o reforço interno de raízes através de sistemas adesivos, não há evidência para o abandono do abraçamento clássico da superfície externa da raiz [MORGANO, BRACKET, 1999].

Já o núcleo metálico fundido, por adaptar-se à raiz preparada em toda a sua extensão, permanece envolvido por uma delgada camada de cimento resinoso, não diminuindo as tensões sobre a camada de cimento. Assim, o núcleo metálico pode transmitir maiores tensões durante o carregamento tangencial de compressão, potencializando o efeito de alavanca. Esse efeito também está diretamente relacionado ao desenho do pino, sendo maior para os pinos cônicos [PETERS *et al.*, 1983].

Foi objetivo deste trabalho observar o padrão de fratura para os diferentes tratamentos. Para melhor evidenciar a propagação das linhas de fratura, foi desenvolvido um método de inclusão dos dentes em resina acrílica através de um ligamento periodontal artificial [TRABERT *et al.*, 1978; GUZY & NICHOLLS, 1979; AKKAYAN & CANIKLIOGLU, 1998; CARLINI, 1999].

A análise das superfícies radiculares indicou que a maioria das fraturas propagou-se até o terço médio da raiz, semelhante ao relatado por AKKAYAN & CANIKLIOGLU, 1998, e PATEL & GUTTERIDGE, 1996. Isto provavelmente ocorreu pelo fato das coroas possuírem uma adequada retenção à porção coronária do

núcleo. Foi verificado que a maioria das fraturas teve um traçado inicial horizontal ao longo da face palatina, que segundo HOLMES *et al.*, 1996 é a região de grande concentração de tensões, se estendendo até metade da face proximal, de onde alterava seu sentido para uma linha de fratura oblíqua em direção apical e vestibular. O componente horizontal da fratura localizava-se invariavelmente junto à linha de cimentação da coroa. O mesmo foi observado pelos autores ASSIF *et al.* [1989] e JUNGE *et al.* [1998]. Esta informação também está de acordo com FAN *et al.*, 1995, cujas observações indicam que a falha do agente de cimentação de uma coroa protética inicia-se no lado em que o dente sofre tensões de tração. Além disso, há maior concentração de tensões na área gengival da raiz [LONEY *et al.* 1990]. Assim, o cimento de fosfato de zinco pode ser o elo fraco do sistema coroa - núcleo - raiz [YETTRAN *et al.*, 1976; PETERS *et al.* 1983; JUNGE *et al.*, 1998]. O componente oblíquo dessa fratura, a partir do centro da raiz, nas faces proximais [FELTON *et al.* 1991], pode indicar que o pino é capaz de alterar o vetor de fratura para uma região mais apical [GUZY & NICHOLLS, 1979; CARLINI, 1999]. O padrão de fratura poderia ser diferente sob condições mais reais, pois o carregamento aplicado foi contínuo e as forças excederam o carregamento exercido durante a mastigação. No entanto, este estudo encontra correlação com o trabalho de ISIDOR *et al.* [1999], em que se utilizou carga intermitente de baixa intensidade, semelhante ao que ocorre na cavidade oral.

A observação do padrão de fratura demonstrou maior tendência a fraturas longitudinais para os grupos sem remanescente dental coronário, enquanto que, para os grupos com remanescente, o predomínio foi de fraturas transversais no

terço médio e gengival da raiz, evidenciando a proteção exercida pelo efeito de abraçamento contra fraturas longitudinais [BARKHORDAR *et al.* 1989; ASSIF & GORFIL, 1994]. Da mesma forma, houve maior tendência de fraturas longitudinais para os preparos com término em ombro, comparado aos terminos em ombro biselado e chanfrado, que apresentaram maior tendência a fraturas transversais no terço médio. Este resultado reafirma a importância da preservação de estrutura dental coronária a ser envolvida pelo preparo, bem como o efeito de abraçamento conseguido pela confecção da cinta metálica. O preparo em chanfrado mostrou um comportamento semelhante ao término em ombro-biselado quanto ao padrão de fratura predominante.

Quando observado o padrão de fratura para os diferentes sistemas de retenção intra-radicular, não se observou variação no número de fraturas longitudinais. O número de fraturas no terço gengival da raiz foi maior para os grupos restaurados com núcleos fundidos em comparação aos pinos pré-fabricados, enquanto estes apresentaram número superior de fraturas transversais no terço apical da raiz. Esta diferença pode ser atribuída à retenção micromecânica da resina à dentina coronária, que em alguns casos impediu que a linha de fratura se iniciasse na porção gengival da raiz. Somado a isto, ASSIF *et al.* [1993], PETERS *et al.* [1983] e CAILLETEAU *et al.* [1992] demonstraram uma maior concentração de tensões na porção apical de pinos paralelos rosqueados frente ao carregamento de compressão.

O padrão de fratura tem uma grande relevância clínica, uma vez que dita a possibilidade da reconstrução do remanescente dental. Neste estudo, a

preservação de estrutura dental hígida e seu posterior envolvimento no preparo protético contribuíram para a ocorrência de fraturas menos catastróficas em relação aos dentes sem remanescente dental coronário ou sem o bisel para ser abraçado pela cinta metálica fornecida pela coroa protética metálica. A resistência da restauração protética parece estar principalmente relacionada à quantidade de remanescente dental coronário envolvido no preparo [PATEL & GUTTERIDGE, 1996] e, em segundo plano, ao tipo de término e ao sistema de retenção intra-radicular.

Apesar das limitações dessa metodologia, há um grande valor clínico para os resultados apresentados. Em dentes sem remanescente dental, deve-se avaliar a possibilidade de aumento de coroa clínica ou tracionamento radicular a fim de envolver estrutura dental hígida no preparo protético [MORGANO & BRACKET, 1999]. Na impossibilidade deste procedimento, deve-se optar por termos que resultem em bisel periférico, formando uma cinta metálica em torno da raiz. A técnica adesiva com resina composta, associada à pinos pré-fabricados metálicos, pode ser um dos procedimentos mais recomendados pelo fato de formar um bloco único entre raiz e núcleo de preenchimento.

Quando houver remanescente dental coronário suficiente para que 2 mm de estrutura dentinária possa ser envolvida pelo preparo protético, há uma maior liberdade para se optar entre os diferentes sistemas de retenção intra-radicular, permitindo também liberdade de escolha para o tipo de término protético.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados do teste de resistência à fratura é possível concluir:

- A presença de remanescente coronário, a configuração do término gengival e o método de retenção intra-radicular têm influência na resistência à fratura de raízes restauradas com próteses unitárias metálicas;

- Raízes com 2 mm de remanescente coronário são mais resistentes à fratura do que raízes sem remanescente, com exceção dos grupos sem remanescente que apresentam bisel cervical;

- Na presença de remanescente dental, o término em chanfrado não apresentou diferença estatística em relação ao término em ombro biselado;

- Para grupos sem remanescente dental o término em ombro biselado apresentou a maior resistência à fratura, seguido pelo término em chanfrado e em ombro;

- O sistema de reconstrução intra-radicular pré-fabricado apresentou resistência à fratura superior ao núcleo metálico fundido nos grupos com e sem remanescente dental coronário,

- Os grupos restaurados com núcleos fundidos apresentaram o mesmo padrão de fratura dos grupos restaurados com pinos pré-fabricados, transversal no terço médio da raiz, também não apresentando diferença no padrão de fraturas longitudinais;

- Os grupos com remanescente dental apresentaram uma menor porcentagem de fraturas do que os grupos sem remanescente;
- Raízes sem remanescente dental e com preparos em ombro apresentaram a maior incidência a fraturas radiculares longitudinais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKKAYAN B, CANIKLIOGLU B. Resistance to fracture of crowned teeth restored with different post systems. **Eur J Prosthodont Rest Dent.** 1998, 6(1):13-8.
2. ASSIF D, BLEICHER S. Retention of serrated posts with a composite luting agent: effect of cement thickness. **J Prosthet Dent.** 1986 56(6):689-91.
3. ASSIF D, BITENSKI A, PILO R, OREN E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. **J. Prosthet. Dent.** 1993, 69(1):36-40.
4. ASSIF D, FERBER A. Retention of dowels using a composite resin as a cementing medium. **J Prosthet Dent** 1982, 48(3):292-6.
5. ASSIF D, GORFIL C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.** 1994, 71(6):565-7.
6. ASSIF D, OREN E, MARSHAK BL, AVIV I. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. **J. Prosthet. Dent.** 1989, 61(5):535-43.
7. BARKHORDAR RA, HADKE R, ABBASI J. Effect of metal collars on resistance of endodontically treated teeth to root fracture. **J Prosthet Dent.** 1989, 61(6):676-8.
8. BEN-AMAR A, GONTAR G, FITZIG S, URSTEIN M, LIBERMAN. Retention of prefabricated posts with dental adhesive and composite **J Prosthet Dent.** 1986, 56(6):681-4.
9. BERGMAN B, LUNDQUIST P, SJOGREN U, SUNDQUIST G. Restorative and endodontic results after treatment with cast and cores. **J Prosthet Dent.** 1989; 61(1):10-5.
10. BRANDALL JL, NICHOLLS JI, HARRINGTON GW. A comparison of three restorative techniques for endodontically treated anterior teeth. **J Prosthet Dent.** 1987, 58(2):161-165.
11. CAILLETEAU JG, RIEGER MR, AKIN JE. A comparison of intracanal stresses in a post-restored tooth utilizing the finite element method. **J Endod.** 1992, 18(11):540-4.
12. CARLINI JR, B. Resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente. [Tese de Mestrado] Fop/ Unicamp, 1999.

13. CATHRO PR, CHANDLER NP, HOOD JAA. Impact resistance of crowned endodontically treated central incisors with internal composites cores. **Endod. Dent. Traumatol**, 1996, 12:124-128.
14. CHANG WC, MILLSTEIN PL. Effect of design of prefabricated post heads on core materials. **J Prosthet Dent.**, 1993, 69(5):475-82.
15. CHRISTENSEN GJ. Posts: necessary or unnecessary? **J Am Dent Assoc**, 1996 127: 1522-8.
16. COHEN BI, PAGNILLO MK, CONDOS S, DEUTSCH AS. Comparison of torsional forces at failure for seven endodontic post systems. **J Prosthet Dent.**, 1995, 74(4):350-7 .
17. COHEN BI, PAGNILLO MK, DEUTSCH AS, MUSIKANT BL. Comparison of the retentive properties of two hollow-tube post systems to those of a solid post design. **J. Prosthet. Dent.**, 1997, 78(6):560-5.
18. COODLIDGE ED. The thickness of the human periodontal membrane. **J Am Dent Assoc.** 1937, 24(8):1260-70.
20. FAN P, NICHOLLS JI, KOYS JC. Load fatigue of five restoration modalities in structurally compromised teeth. **Int J Prosthodont.**, 1995, 8:213-20.
21. FARAH JW, CRAIG RG. Stress analysis of three marginal configurations of full posterior crowns by three-dimensional photoelasticity. **J Dent Res.** 1974, 21(5):1219-25
22. FELTON DA, WEBB EL, KANOY BE, DUGONI. Threaded endodontic dowels: effect of post design on incidence of root fracture. **J Prosthet Dent.** 1991, 65(2):179-87.
23. GELFAND M, GOLDMAN M, SUNDERMAN EJ. Effect of complete veneer teeth. **J. Prosthet. Dent.**, 1984, 52(5):635-8.
24. GUZY GE, NICHOLLS JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth without endo-post reinforcement. **J. Prosthet. Dent.** 1979, 42(1):39-44.
25. HUNTER AJ, FEIGLIN B, WILLIAMS JF. Effects of post placement on endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent.** 1989, 62(2):166-72.
26. HUYSMANS M-C, VAN DER VARST, PGT. Mechanical longevity estimation model for post-and-core restorations. **Dent mater.** 1995, 11:252-257.

27. ISIDOR F, BRONDUM K, RAVNHOLT G. The influence of post length and crown ferrule on the resistance to cyclic loading of bovine teeth prefabricated titanium posts. **Int. J. Prosthodontic**, 1999, 12(1):78-82.
28. JOHNSON JK, SCHWARTZ NL, BLACKWELL RT. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. **J. Am. Dent. Ass**, 1976, 93:597-605.
29. JUNGE T, NICHOLLS JI, PHILLIPS KM, LIBMAN WJ. Load fatigue of compromised teeth: A comparison of 3 luting cements. **Int J Prosthodont**, 1998, 11(6):558-64.
30. KAHN FH, ROSENBERG PA, SCHUMAN A, PINES M. Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems. **J. Prosthet. Dent**, 1996, 75(2):148-53.
31. KEYF F, SAHIN E. Retentive properties of three post-core systems. **Aust Dent J** 1994 39(1):20-4.
32. LEARY JM, AQUILINO ASSWARE CW. An evaluation of post strength within the elastic limits of dentin. **J Prosthet Dent**, 1987, 57:277-281.
33. LINDE LA. The use of composites as core material in root-filled teeth **Swed Dent J**. 1984; 8:209-216.
34. LONEY RW, KOTOWICS WE, McDOWELL GC. three -dimnesion photoelastic stres analysis of the ferrule effect in cast post and cores. **J Prosthet Dent**, 1990, 63(5): 506-46.12.
36. MANNING KE, YU DC, YU HC, KWAN EW. Factors to consider for predictable post and core buid-uos of endodontically treated teeth aprt I: basic theoretical concepts. **Restorative Dent** 1995, 61(8): 685-95.
37. MARCHI GM. Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfologicamente com sistema adesivo e pinos intra-radulares. [Tese de Mestrado] FOP/UNICAMP, Piracicaba, 1997. 106p.
38. MENDOZA DB, EAKLE WS. Retention of posts cemented with various dentinal bonding cements. **J Prosthet Dent**. 1994, 72(10):591-4.
39. MENDOZA DB, EAKLE WS, KAHL EA, HO R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. **J Prosthet Dent**. 1997, 78(1):10-4.

40. MEZZOMO, E. **Reabilitação Oral para o Clínico**. 2 ed. SANTOS. Quintessence Books, Rio de Janeiro, 1994.
41. MILLER AW direct pattern technique for posts and cores. **J Prosth. Dent.** 1978, 40(4):329-7.
42. MORGANO SM. Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in the present and future contexts. **J Prosthet Dent.** 1996, 75(4):375-80.
43. MORGANO SM, BRACKET SE. Foundations in fixed prosthodontics: Current knowledge and future needs. **J Prosthet Dent**, 1999, 82(6):634-57.
44. MORGANO S, MILOT P. Clinical successs of cast metal post and cores. **J Prosthet Dent.** 1993, 69(1):11-6.
45. MOYERS, R.E. **Handbook of orthodontics**. 3 ed. Chicago. YBMP. 1975. 778 p.
46. PAMEIJER CH, LOUW NP. Significance of pulpal pressure during clinical bonding procedures. **Am J Dent.** 1997, 10(5):214-8.
47. PATEL A, GUTTERIDGE DL. An in vitro investigation of cast post and partial core design. **J Dentistry**, 1996, 24(4):281-7.
48. PAULILLO, LAMS. Influência da retenção intra-radicular na resistência de dentes tratados endodonticamente. [Tese de livre docência] FOP/ Unicamp, 2001.
49. PETERS MC, POORT HW, FARAH JW, CRAIG RG. Stress analysis of a tooth restored with a post and core. **J Dent Res.** 1983, 62(6): 760-3.
50. REAGAN SE, FRUITS TJ, BRUNT CLV, WARD CK. Effects of cyclic loading on selected post-and-core systems. **Quintessence Int.** 1999, 30(1):61-67.
51. ROSEN H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.** 1961, 11:972-86.
52. ROSNER D. Function, placement, and reproduction of bevels for gold casting. **J Prosthet Dent.** 1963, 13(6):1160-66.
53. ROSS RS NICHOLLS, JI, HARRINGTON GW. A comparison of strain generated during placement of five endodontic posts. **J Endod.** 1991, 17(9):450-6.

54. SAUPE WA, GLUSKIN AH, RADKE RAJ. 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. **Oper Dent.**, 1994, 19:176-82.
55. SEDGLEY CM, MESSER HH. Are endodontically treated teeth more brittle? **J. Endod.** 1992, 18(7): 332-5.
56. SHILLINGBURG H.T, JACOBI R, BRACKETT SE. Fundamentos dos preparos dentários para restaurações metálicas e de porcelana. 3ª ed . QUINTESSENCE BOOKS, 1997. 389 p.
57. SIRIMAI S, RIIS DN, MORGANO SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. **J Prosthet Dent.** 1999, 81(3):262-9.
58. SORENSEN JA, ENGELMAN MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.** 1990, 63(5):529-36.
59. SORENSEN JA, ENGELMAN MJ. Effect os post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.** 1990, 64(4): 419-24.
60. SORENSEN JA., MARTINOFF JT. Clinically significant factor in dowel design. **J. Prosthet. Dent.** 1984, 52(1):28-35.
61. STANDLEE JP, CAPUTO, AA. Effect of surface design on the retention of dowels cemented with resin. **J Prosthet Dent.** 1993, 70(5):403-5
62. STANDLEE JP, CAPUTO AA, HANSON EC. Retention of endodontic dowels; effect of cement, dowel, length and design. **J. Prosthet. Dent.** 1978, 39:401-5.
63. TJAN AHL, NEMETZ H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with adhesive composite resin cement. **Quintessence Int.** 23(12):839-44.
64. TJAN AHL, WHANG SB. Resistance to rot fracture of dowel chanel with various thickness of buccal dentin walls. **J Prosthet Dent.** 1985, 53(4): 496-500.

65. TORBJÖRNER A, KARLSSON S, ÖDMAN P. Survival rate and failure characteristics for two post designs. **J Prosthet Dent.** 1995, 73(5): 439-44.
66. TRABERT KC, CAPUT AA., ABOU-RASS M. Tooth fracture- A comparison of endodontic and restorative treatments. **J. Endod.** 1978, 4(11):341-5.
67. TROPE M, MALTZ DO, TRONSTAD L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. **Endod Dent Traumatol.** 1985, 1(3):108-11.
68. VOLWILER RA, NICHOLLS JI, HARRINGTON GW. A comparison of three core buildup materials used in conjunction with two post systems in endodontically treated teeth. **J Endodontic**, 1989; 15(8):355-361.
69. WALTON JW, GLICK N. apical root strain as a function of post extension into a composite resin core. **J Prosthet Dent.** 1996, 75(5):499-505.
70. WEINE FS, WAX AH, WENCKUS CS. Retrospective study of tapered, smooth post systems in place for 10 years or more. **J Endodont.** 1991, 17(6):293-7.
71. WHITE SN, YU Z, SANGSURASAK S. In vivo marginal adaptation of cast crowns luted with different cements. **J Prosthet Dent.** 1995, 74:25-32.
72. WISKOTT HWA, BELSER UC, SCHERRER SS. The effect of film thickness and surface texture on the resistance of cemented extracoronal restorations to lateral fatigue loading. **Int J Prosthodont.** 1999, 12(3): 255-62.
73. YETTRAM AL, WRIGHT KWJ, PICKARD HM. Finite element stress analysis of the crowns of normal and restored teeth. **J. Dent. Res.** 1976, 55(6):1004-11.

Anexo 1

Tabela 9 - Dimensão vestibulo-palatina das 388 raízes bovinas, em ordem crescente, correspondente à altura de 15 mm a partir do ápice radicular. Em azul estão apresentados os 120 dentes selecionados:

número do dente	diâmetro VP em 15 mm				
011	4.09	066	6.20	365	6.57
029	4.12	124	6.22	087	6.58
042	4.12	324	6.23	187	6.59
017	4.17	347	6.25	217	6.59
061	4.19	208	6.27	133	6.60
062	4.19	171	6.29	175	6.60
092	4.26	227	6.29	352	6.60
163	4.27	326	6.29	378	6.60
190	4.27	003	6.30	028	6.61
226	4.27	150	6.30	162	6.61
252	4.30	056	6.31	388	6.61
265	4.32	132	6.31	040	6.62
311	4.32	329	6.33	279	6.62
325	4.34	330	6.35	287	6.62
334	4.34	248	6.41	077	6.63
383	4.35	358	6.41	101	6.63
229	4.35	058	6.42	362	6.63
006	4.35	159	6.42	082	6.64
134	5.39	321	6.43	282	6.65
035	5.46	369	6.43	294	6.65
069	5.61	213	6.45	374	6.65
073	5.62	381	6.45	304	6.66
143	5.63	016	6.48	256	6.68
014	5.84	053	6.48	359	6.68
151	5.85	157	6.50	099	6.69
140	5.95	149	6.51	148	6.69
172	5.97	276	6.52	356	6.69
064	6.02	303	6.52	387	6.69
161	6.02	173	6.53	038	6.70
126	6.04	289	6.53	315	6.70
313	6.04	085	6.54	103	6.71
131	6.14	057	6.55	292	6.71
170	6.15	152	6.56	054	6.73
366	6.15	176	6.56	211	6.73
136	6.19	301	6.56	300	6.73
165	6.19	314	6.56	308	6.73
		034	6.57	233	6.74
		219	6.57	380	6.75

156	6.76
055	6.77
065	6.77
239	6.77
284	6.77
336	6.78
384	6.78
004	6.79
094	6.79
210	6.79
220	6.80
332	6.80
183	6.81
174	6.82
283	6.83
350	6.83
052	6.84
255	6.84
071	6.85
169	6.85
186	6.85
147	6.86
164	6.86
018	6.87
253	6.87
139	6.88
205	6.88
302	6.88
335	6.88
007	6.89
009	6.89
360	6.89
371	6.89
373	6.89
059	6.90
130	6.90
146	6.90
155	6.90
049	6.91
096	6.91
180	6.91
195	6.91
234	6.91
240	6.91
286	6.91
020	6.92
025	6.92
367	6.92

045	6.93
168	6.93
177	6.93
223	6.93
263	6.93
353	6.93
033	6.94
041	6.94
075	6.94
138	6.94
196	6.94
316	6.94
046	6.95
333	6.95
063	6.96
086	6.96
160	6.96
199	6.96
317	6.96
019	6.97
026	6.97
051	6.97
090	6.97
242	6.97
295	6.97
386	6.97
144	6.98
204	6.98
225	6.98
254	6.98
309	6.98
036	6.99
093	6.99
105	6.99
323	6.99
141	7.00
145	7.00
231	7.00
237	7.00
322	7.00
348	7.00
008	7.01
119	7.01
128	7.01
100	7.02
167	7.02
202	7.02
192	7.03

258	7.03
361	7.03
137	7.04
154	7.04
266	7.04
030	7.05
072	7.05
209	7.05
244	7.05
060	7.06
102	7.06
273	7.06
363	7.06
270	7.07
047	7.08
068	7.08
135	7.08
184	7.08
191	7.08
297	7.08
080	7.09
193	7.09
296	7.09
306	7.09
275	7.11
339	7.11
368	7.11
382	7.11
122	7.12
081	7.13
166	7.13
221	7.13
328	7.13
364	7.13
123	7.14
246	7.14
269	7.14
331	7.14
343	7.14
118	7.15
179	7.15
120	7.16
111	7.18
012	7.19
203	7.19
212	7.19
305	7.20
327	7.20

351	7.20
023	7.21
027	7.21
268	7.21
337	7.21
044	7.22
070	7.22
129	7.22
245	7.22
298	7.22
310	7.22
340	7.22
355	7.22
357	7.22
201	7.23
224	7.24
261	7.24
194	7.25
236	7.25
098	7.26
250	7.26
379	7.27
185	7.28
142	7.29
370	7.30
106	7.31
189	7.31
216	7.31
349	7.33
277	7.34
354	7.34
372	7.34
257	7.35
015	7.37
024	7.38
037	7.38
104	7.39
197	7.40
259	7.40
031	7.41
280	7.41
067	7.42
247	7.42
288	7.42
005	7.43

013	7.43
243	7.43
114	7.44
293	7.44
377	7.44
083	7.46
235	7.46
344	7.46
178	7.47
285	7.47
181	7.48
121	7.49
117	7.50
097	7.51
116	7.52
291	7.52
084	7.54
345	7.54
271	7.55
010	7.56
153	7.56
200	7.56
215	7.56
299	7.56
158	7.57
228	7.57
267	7.57
278	7.57
375	7.57
091	7.58
127	7.58
207	7.58
222	7.58
249	7.58
272	7.58
188	7.59
238	7.59
342	7.59
206	7.6
022	7.60
198	7.60
232	7.60
218	7.61
260	7.61
307	7.61

385	7.61
376	7.62
048	7.63
115	7.64
262	7.64
264	7.64
089	7.65
109	7.65
001	7.66
319	7.66
320	7.66
274	7.67
039	7.69
076	7.69
088	7.69
214	7.69
338	7.70
341	7.70
074	7.72
318	7.72
002	7.73
112	7.73
021	7.76
125	7.76
312	7.77
281	7.79
095	7.82
251	7.82
241	7.85
050	7.87
108	7.87
290	7.87
032	7.88
078	7.89
230	7.94
346	7.94
107	7.95
043	7.97
110	7.97
113	7.97
182	7.98
079	8.12

Anexo 2

Tabela 10 - Resultados do teste de resistência e padrão de fratura

GRUPO	CARACTERÍSTICA	AMOSTRA	FORÇA (KgF)	PADRÃO
G1	SR OB NM	38	80.05	FT m
		36	90.12	FT c
		29	80.40	FL
		19	63.28	FH lac
		20	98.59	FL
		24	75.89	FT m
		39	101.70	FT c
		94	86.15	FL
		52	76.16	FT m
		13	86.82	FT c
G2	SR CH NM	33	71.95	FT m
		05	65.80	FT c
		41	42.35	FL
		49	61.56	FL
		95	80.53	FT m
		15	92.38	FT c
		11	50.50	FT c
		17	59.49	FH lac
		09	43.29	FL
G3	SR OM NM	23	48.15	FT c
		108	36.75	FT m
		109	40.91	FL m
		07	48.51	FT c
		107	38.24	FT c
		18	40.11	FL
		101	37.29	FH lac
		28	55.11	FL
		100	64.34	FT m
		105	45.68	FT m
G4	CR OB NM	22	38.78	FL
		73	91.30	FT m
		77	122.60	FT m
		50	136.20	FH lac
		47	87.08	FT c
		08	109.80	FT m
		30	139.90	FT m
		75	121.20	FT c
		78	142.10	FT c
		86	140.40	FT m
46	126.20	FT m		

G5	CR CH NM	70	112.30	FT c
		84	120.10	FT c
		88	104.20	FT c
		55	110.70	FT m
		91	113.20	FT m
		99	119.30	FT m
		51	124.60	FL
		74	138.50	FT c
		59	122.70	FH lac
		93	146.80	FT m
G6	CR OM NM	66	80.21	FT m
		106	59.54	FT m
		54	106.40	FT c
		83	121.30	FT m
		104	86.27	FT m
		81	126.00	FH lac
		103	120.60	FH lac
		16	64.25	FH lac
		57	89.65	FT a
102	101.50	FT m		
G7	SR OB PF	96	86.15	FT c
		31	113.60	FL
		26	55.60	FH lac
		02	147.50	FH lac
		14	152.90	FT a
		32	154.60	FT a
		34	108.80	FT m
		37	121.90	FT c
		40	135.50	FL
		91	106.20	FT m
G8	SR CH PF	04	147.40	FH lac
		12	84.75	FL
		89	150.70	FT a
		43	49.48	FT m
		10	50.76	FT m
		06	154.90	FH lac
		01	114.80	FT c
		21	51.79	FT c
		44	106.10	FT m
		35	75.49	FT c

G9	SR OM PF	115	69.40	FH lac
		118	72.30	FT m
		112	42.31	FL
		42	72.70	FL
		119	49.53	FT m
		45	71.54	FT c
		117	58.25	FL
		27	55.79	FT m
		120	58.17	FL
		113	70.60	FT a
G10	CR OB PF	63	114.80	FT m
		82	156.00	FT m
		72	119.80	FT a
		71	123.40	FT c
		76	166.42	FT m
		25	154.60	FT m
		80	155.20	FT m
		68	87.49	FT c
		60	152.90	FT m
		98	127.80	FT m
G11	CR CH PF	64	148.30	FL
		58	80.00	FH lac
		65	76.94	FT m
		67	174.40	FT c
		69	129.00	FT c
		87	137.40	FH lac
		48	160.30	FT a
		56	125.70	FL
		90	122.30	FT m
85	94.40	FT m		
G12	CR OM PF	111	94.04	FT m
		61	129.80	FT m
		62	145.40	FT m
		53	110.30	FT a
		03	104.00	FL
		116	155.50	FL
		114	110.80	FT m
		79	130.50	FT m
		92	132.10	FL
96	119.40	FT c		

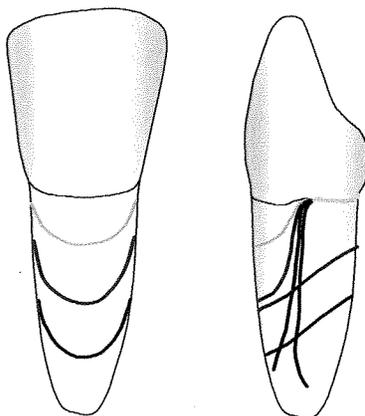
Anexo 3

Figura 11 - Ilustração e descrição das fraturas dos espécimes após o teste de resistência à fratura

FH lac - Fratura horizontal junto ao limite amelo-cementário, que corresponde à interface dente/coroa protética

FT a - Fratura transversal no terço apical da raiz

FT m - Fraturas transversais no terço médio da raiz

FT c - Fraturas transversais no terço cervical da raiz

FL - Fraturas longitudinais da raiz