

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RICARDO MASSAO SIGEMORI

Cirurgião Dentista

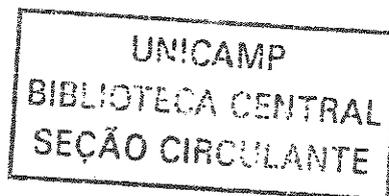


REFORÇO INTRA-RADICULAR
DE RAÍZES DEBILITADAS

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica, área de Dentística.

PIRACICABA

2003



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RICARDO MASSAO SIGEMORI

Cirurgião Dentista

REFORÇO INTRA-RADICULAR
DE RAÍZES DEBILITADAS

Orientador: Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

Banca examinadora: Luís Roberto M. Martins

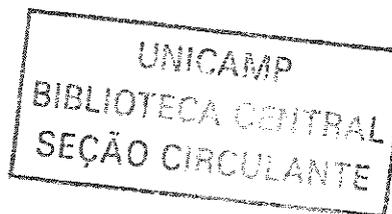
Milton Satoiqui Masuda

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica, área de Dentística.

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CPG-036/83
CPG-03/06/03
Assinatura do Orientador

PIRACICABA

2003



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	SI22r
V	EX
TOMBO BCI	65168
PROC.	16-124103
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	08/08/03
Nº CPD	

CM00187132-1

BIB ID 296358

Ficha Catalográfica

Si22r

Sigemori, Ricardo Massao.

Reforço intra-radicular de raízes debilitadas. / Ricardo Massao Sigemori. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2003.
xviii, 106p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas dentárias. 2. Restaurações (Odontologia). 3. Materiais dentários. I. Paulillo, Luis Alexandre Maffei Sartini. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela 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 MESTRADO, em sessão pública realizada em 25 de Fevereiro de 2003, considerou o candidato RICARDO MASSAO SIGEMORI aprovado.

1. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

2. Prof. Dr. MILTON SATOIUQUI MASUDA

3. Prof. Dr. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS



10/02/2003

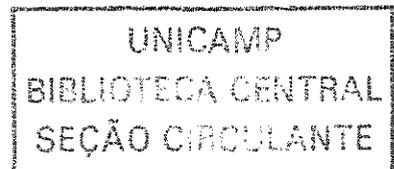
DEDICATÓRIA

Aos meus pais, LUIZ e ALICE, a quem dedico e agradeço todos os momentos da minha vida;

Aos meus irmãos, CLAUDIO e FATIMA, pela união, amor e exemplos que nunca me faltaram;

À KELLY, pelo amor, carinho, apoio e companheirismo de todas as horas;

dedico este trabalho.



AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. LUÍS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO,
exemplo de conhecimento, seriedade, doação e amizade, agradeço e atribuo a realização
desta tese.

Muitas vezes durante o caminhar da vida profissional nos deparamos com situações difíceis e desanimadoras. Porém, felizmente, existem pessoas que são exemplos de dedicação, conhecimento e amor à profissão que nos estimulam a prosseguir. Assim, não poderia deixar de agradecer ao Prof. Dr. MILTON SATOIUQUI MASUDA, Prof. Dr. RAUL SARTINI FILHO e Prof. JOSÉ PAULO DOS REIS pessoas e profissionais da minha mais alta estima e admiração.

Não poderia também deixar de agradecer:

À faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, na pessoa do Prof. Dr. THALES R. MATTOS FILHO (Diretor) e do Prof. Dr. OSLEY PAES DE ALMEIDA (Vice-Diretor).

À Faculdade de Odontologia - Universidade Metropolitana de Santos – UNIMES, na pessoa da Prof.a. MÁRCIA P. da FONSECA TUBEL (diretora).

Ao Prof. Dr. LOURENÇO C. SOBRINHO, coordenador do curso de pós-graduação e à Prof. Dra. BRENDA P. F. de ALMEIDA GOMES, coordenadora do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica.

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

Ao Prof. Dr. ALEXANDRE AUGUSTO ZAIA, Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO LOVADINO e Prof. Dr. LUÍS ROBERTO M. MARTINS, pela análise crítica e sugestões construtivas ao conteúdo deste trabalho.

Aos PROFESSORES da ÁREA de DENTÍSTICA, pelos ensinamentos, respeito e estímulo para minha formação profissional.

Aos AMIGOS do curso de pós-graduação, pelo companheirismo de tantas horas.

A DEUS, por ter me proporcionado a vida, a família, os amigos e o prazer de conhecer e conviver com pessoas da minha mais alta estima e admiração.

Estava na praia com o pai, e ele pediu para ver se a temperatura da água estava boa. Ela estava com cinco anos, e ficou contente de poder ajudar; foi até à beira da água e molhou os seus pés.

“Coloquei os pés, está fria”, disse para ele.

O pai pegou-a no colo, caminhou com ela até a beira do mar, e, sem qualquer aviso, atirou-a dentro da água. Ela levou um susto, mas depois ficou contente com a brincadeira.

“Como está a água?”, perguntou o pai.

“Está gostosa”, respondeu.

“Então, daqui para frente, quanto você quiser saber alguma coisa, mergulhe nela”.

Paulo Coelho – Brida

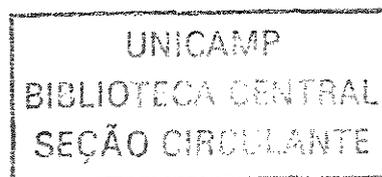
SUMÁRIO

Resumo.....	01
Abstract.....	03
1. Introdução.....	05
2. Proposição.....	09
3. Revisão da Literatura.....	11
4. Materiais e Método.....	49
4.1. Materiais.....	49
4.2. Método.....	50
4.2.1. Delineamento Experimental.....	50
4.2.2. Seleção dos dentes.....	50
4.2.3. Grupos experimentais.....	51
4.2.4. Preparo dos condutos radiculares.....	52
4.2.5. Raízes debilitadas.....	53
4.2.6. Ligamento periodontal.....	55
4.2.7. Inclusão das raízes.....	56
4.2.8. Núcleo metálico fundido.....	59
4.2.8.1 Preparo do canal radicular para receber núcleos metálicos fundido.....	59
4.2.8.2 Confecção do padrão de resina	59
4.2.8.3.Fundição dos núcleos metálicos fundidos.....	60
4.2.8.4 Cimentação dos núcleos metálicos fundidos.....	60
4.2.9. Preenchimento das raízes debilitadas com resina composta	61
4.2.10. Pino pré-fabricado – Flexi-Post.....	62
4.2.11. Retenção intra-radicular com fibra de polietileno – Ribbond.....	64
4.2.12. Pino Flexi-Post e fibras de polietileno – Ribbond.....	66
4.2.13. Pino Luscent Anchors.....	67
4.2.14. Confecção de coroas totais metálicas.....	68

4.2.15. Fundição das coroas totais metálicas.....	69
4.2.16. Cimentação das coroas totais metálicas.....	70
4.2.17. Ensaio de resistência de fratura.....	70
4.2.18. Análise estatística.....	72
5. Resultados.....	73
6. Discussão.....	77
7. Conclusão.....	87
Referências Bibliográficas.....	89
Obras Consultadas.....	95
Anexos.....	97

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à fratura de 70 incisivos bovinos inferiores, debilitados e restaurados através de diferentes sistemas de retenções intra-radulares sendo estes núcleo metálico fundido, núcleo metálico fundido e preenchimento com resina composta, pino Flexi-Post, pino Flexi-Post e Fibras de polietileno-Ribbon, pino Luscent Anchors e retenção intra-radicular com Ribbon. Todas as amostras receberam coroas totais metálicas, sem abraçamento do remanescente radicular. O ensaio de resistência à fratura foi conduzido em Máquina Universal de Ensaio Instron à velocidade de 0,5 mm/min. A ANOVA e Teste de Tukey com 5% de nível de significância apontou que a maior média de resistência à fratura foi apresentado pelo grupo de raízes não debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido, porém esse grupo não apresentou diferença estatística significativa dos grupos de raízes debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido; raízes debilitadas preenchidas com resina composta e núcleo metálico fundido e raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso e pino Flexi-Post. A menor média de resistência à fratura foi apresentada pelo grupo constituído por raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso e fibras de polietileno –Ribbon. Com base neste estudo pode-se concluir que a preservação de estrutura dental constituiu o principal fator para a resistência à fratura da raiz, a resina composta foi capaz de reforçar o remanescente dental, o embricamento mecânico contribuiu para o aumento da resistência à fratura de raízes debilitadas, e os pinos paralelos rosqueáveis de extremidade cônica sem roscas demonstraram os melhores resultados.



ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the fracture resistance of seventy inferior bovine incisors, weakened and restored with different intra-root retention systems: cast post and core; cast post and core with composite resin reinforcement; Flexi-Post; Flexi-Post with polyethylene fiber – Ribbond; Luscent Anchors post; and intra-root retention with Ribbond. Specimens were restored with metallic crowns, with no ferrule effect. Fracture resistance testing was carried out in an Instron Universal Testing Machine at a crosshead speed of 0.5 mm/min. Results were analyzed by one-way ANOVA and Tukey test at the 5% level of significance, which revealed that the group of non-weakened roots restored with the cast post and core presented the highest fracture strength means. However, it presented no significant differences from the group of weakened roots restored with cast post and core; from the group of weakened roots restored with cast post and core and composite resin reinforcement; and from the group of weakened roots filled with resin cement and Flexi-Post. The lowest fracture resistance means were found for the group of weakened roots filled with resin cement and polyethylene fibers – Ribbond. Based on the present study, it can be concluded that dental structure preservation is the main factor that contributes for root fracture resistance. Composite resin was able to reinforce the dental remnant and intra-root retention systems adaptation to canal walls contributed for the increase in fracture strength of weakened roots.

1. INTRODUÇÃO

A utilização do meio de retenção intra-radicular teve origem no século XVIII quando Fauchard introduziu um pino de madeira no interior do canal radicular para promover retenção à restauração (SHILLINGBURG & KESSLER, 1991). O desenvolvimento desta técnica originou os núcleos metálicos fundidos que possuem a vantagem de um longo controle clínico e boa adaptação as paredes do canal radicular (SORENSEN & ENGELMAN, 1990a). Porém, necessitam de uma fase laboratorial e pelo menos duas sessões clínicas para sua instalação (MORGANO & BRACKETT, 1999).

Devido a isso, foram desenvolvidos os pinos pré-fabricados, que apresentam fácil instalação, tempo clínico reduzido, simplicidade e resistência quando comparados a núcleos metálicos fundidos (CHRISTENSEN, 1998). Esses pinos podem ser classificados em Passivos - não rosqueáveis – com secção transversal paralela ou cônica e ainda superfície lisa ou serrilhada; Ativos - rosqueáveis / auto-rosqueáveis – cônicos, paralelos ou paralelos com extremidade cônica (MUSIKANT & DEUTSCH, 1984). Esta grande variedade dificulta a seleção e a indicação clínica, devido ao fato de que nenhum sistema pode ser empregado em todas as situações (TERRY *et al.*, 2001), porém pinos paralelos rosqueáveis de extremidade cônica sem roscas tem demonstrado bons resultados (ROLF *et al.*, 1992; THORSTEINSSON *et al.*, 1992)

A seleção de um sistema de retenção intra-radicular tem como objetivo fornecer resistência à fratura do remanescente dental e retenção para o material restaurador (GLUSKIN *et al.*, 1995). Entretanto a manutenção da estrutura dentinária é o fator fundamental para a resistência do elemento dental (SORENSEN & MARTINOFF, 1984b; REEH *et al.*, 1989; SORNKUL & STANNARD, 1992). Por esse motivo estrutura dental sadia deve ser preservada durante a inserção de qualquer meio auxiliar de retenção intra-radicular, pois a instalação de núcleos metálicos fundidos ou pinos pré-fabricados enfraquecem os dentes (KAHN *et al.*, 1996; TROPE *et al.*, 1985), tornando-os mais susceptíveis a fraturas radiculares verticais (MORFIS, 1990; KAHN *et al.*, 1996). Portanto, o uso de qualquer sistema de pinos deve ser indicado apenas para retenção do material restaurador e não como reforço de dentes tratados endodonticamente (ASSIF & GORFIL, 1994), uma vez que sempre se remove dentina sadia para a instalação desses meios de retenção.

Porém, existe situações clínicas em que os dentes sofreram grandes perdas de estrutura dentária devido a cáries, fraturas ou preparos inadequados dos canais radiculares (MORGANO, 1996; SAUPE *et al.*, 1996; KIMMEL, 2000). A restauração desses dentes necessitam de procedimentos mais complexos que devem visar o reforço do remanescente dental para proporcionar longevidade ao tratamento restaurador. Para isto, o emprego de sistemas adesivos e de resinas compostas tem sido sugerido porque, teoricamente, podem fornecer reforço interno da estrutura dental remanescente (SAUPE *et al.*, 1996; MORGANO & BRACKETT, 1999) devido as suas propriedades mecânicas.

Por outro lado, os pinos metálicos também comprometem o fator estético, pois alteram o efeito óptico de translucidez de coroas totais em cerâmica ou resina composta direta ou indireta (MORGANO & BRACKETT, 1999). Para se contornar este problema pode se realizar a retenção intra-radicular com pinos de fibra de vidro (NASH, 1998) e retenções intra-radulares com resinas compostas e fibras de polietileno (Ribbond Reinforcement Ribbon) (CHRISTENSEN, 1998; SIRIMAI *et al.*, 1999; MORGANO & BRACKETT, 1999; PENE *et al.*, 2001; TERRY *et al.*, 2001), que também apresentam características de reforço intra-radicular.

Os pinos de fibra de vidro - Luscent Anchors - são constituídos por fibras de vidro pré- impregnadas de resina e apresentam características estéticas somado a baixo módulo de elasticidade que resulta em menores tensões nas raízes. Já, o Ribbond é constituído por fita entrelaçada de fibras de polietileno Spectra (Allied Signal, Petersburg, VA) que apresenta elevada resistência à tração de 435,000 lb/in² (libras por polegada ao quadrado) ou 3,00 GPa; módulo de elasticidade de 24,8 milhões lb/in² ou 171 GPa; alta resistência à fratura; absorção de água menor que 1%, sendo quimicamente inerte a quase todos solventes, ácidos e substâncias alcalinas. Além disso é biocompatível, maleável e adquire a cor da resina acrílica ou composta a que for associada (RUDO, 1998). Por ser material altamente resistente, somado a qualidade estética, isto é, não interfere na translucidez de restaurações estéticas diretas ou indiretas, este material representa uma alternativa viável como meio de retenção intra-radicular quando associados a sistemas adesivos e compósitos Odontológico. Estas fibras quando utilizadas com pinos pré-fabricados também geraram menores índices de fraturas verticais (SIRIMAI *et al.*, 1999).

Diante dessa variabilidade de técnicas clínicas para reforçar o remanescente radicular debilitado por cáries, fraturas ou preparos inadequados dos canais radiculares, torna-se importante analisar o comportamento de materiais e técnicas para o reforço do remanescente dentário em relação a resistência à fratura.

3. PROPOSIÇÃO

Este trabalho teve como objetivo estudar a resistência à fratura de raízes bovinas debilitadas, restauradas com coroa total metálica e diferentes sistemas de retenções intra-radicares utilizados com o intuito de se reforçar o remanescente radicular.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em 1937, COODLIDGE avaliou a espessura da membrana periodontal e suas variações em 172 dentes humanos, assim como as diferenças dessa medida em um mesmo dente. Através dessa análise observou que a média da espessura da membrana periodontal de um dente unirradicular era em torno de 0,26mm, sendo que a média dessa espessura na crista alveolar foi em torno de 0,39mm, no centro da raiz 0,17mm e próximo ao ápice 0,21mm. Esse autor observou que essa espessura variava com a faixa etária, diminuindo com o avanço da idade.

A restauração de dentes tratados endodonticamente através de pinos e coroas protéticas tem sido o método de escolha segundo CHARLTON (1965). Desta forma, relatou que o material utilizado para a confecção de pinos deveria ser resistente para que mínima estrutura dental fosse removida; pinos paralelos seriam indicados por serem mais retentivos e transmitirem forças paralelas ao longo eixo do dente, enquanto que pinos cônicos transmitiriam forças nas paredes laterais do canal radicular gerando efeito de cunha que poderia levar a fratura da raiz.

Segundo LAU (1976), o sucesso da restauração de dentes desvitalizados devido ao potencial de fratura, resultado da perda de umidade e estrutura dental, constituía um fator crítico. Assim, revisou conceitos básicos e apresentou uma sistemática para a preservação destes dentes. Comentou que todo dente posterior deveria receber proteção de

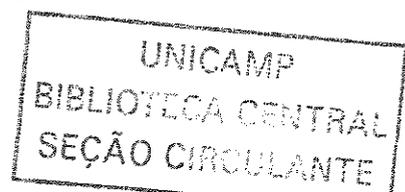
cúspides para prevenir fraturas e, que maior resistência e retenção seriam obtidas com pinos de maior comprimento.

SAPONE & LORENCKI (1981), discutiram orientações para auxiliar no reforço interno de dentes tratados endodonticamente devido ao fato de que o aumento da fragilidade da dentina e a perda de osso ao redor do terço cervical do dente reduziria a capacidade deste em suportar impactos contribuindo para fraturas. Assim, sugeriram utilização de medidas preventivas para reforçar dentes tratados endodonticamente, principalmente nos que fossem receber coroas ou serviriam de retentores de próteses. Relataram a importância de que restaurações com núcleo metálico fundido não comprometessem as paredes do canal radicular. Recomendaram utilização de cinta metálica abraçando estrutura remanescente, que máxima dentina deveria ser preservada e que o preparo para núcleo não deveria ser mais largo do que um terço do diâmetro da raiz. Para os autores, todos os dentes tratados endodonticamente deveriam receber reforço com pinos, pois prevenir fraturas seria melhor do que repor um dente fraturado e, o planejamento do tipo de reforço deveria ser realizado antes da terapia endodôntica.

De acordo com SORENSEN & MARTINOFF (1984 a), existem na literatura vários estudos in vitro que descreveriam variáveis significativas em relação à longevidade de dentes tratados endodonticamente. Estes estudos indicavam que as maiores variáveis consideradas eram: reforço intra-coronário, cobertura coronária e posição do dente na arcada. Assim, correlacionaram estudos clínicos e laboratoriais de 1273 dentes tratados endodonticamente de 6000 pacientes e determinaram o significado clínico do reforço com pinos e cobertura coronária. Sendo dentes que sofreram terapia endodôntica usados como

unidade de análise as variáveis independentes coletadas foram: localização do dente no arco, cobertura coronária e reforço intra-coronário. Quanto a localização dos dentes no arco seis grupos de dentes foram classificados devido a estrutura similar das raízes, suporte periodontal, quantidade de estrutura dental e funções comparáveis sendo estes: anteriores superiores, premolares superiores, molares superiores, anteriores inferiores, premolares inferiores e molares inferiores. Em relação a cobertura coronária foram incluídos nesta categoria dentes que possuíam restaurações onlay, coroas veneer totais ou parciais e coroas metalocerâmicas. Quanto ao reforço intra-coronário foram analisados dentes com núcleo metálico fundido ou pinos pré-fabricados. Dessa forma, os autores concluíram que não houve aumento de resistência à fratura ou deslocamento significativo com o reforço intra-coronário nos seis grupos anatômicos de dentes; a cobertura coronária não aumentou o sucesso clínico de dentes anteriores superiores ou inferiores; o sucesso clínico foi significativamente aumentado com a cobertura coronária de premolares e molares superiores e inferiores.

Através da mesma avaliação clínica SORENSEN & MARTINOFF (1984 b), compararam o sucesso clínico de diferentes métodos de estabilização corono-radicular, características de falhas de sistemas de pinos e seus efeitos, e determinaram o efeito do comprimento do pino em relação ao sucesso clínico. Relataram que quando um método de reforço intra-coronário fosse selecionado, muitos fatores deveriam ser avaliados. Entre estes incluíram: (1) indução de tensões e risco de fratura durante a instalação do pino, (2) probabilidade de perfuração da raiz durante o preparo do canal radicular, (3) efeito cunha de pinos cônicos, e (4) incidência de fraturas com pinos auto rosqueáveis. Concluíram que



pinos paralelos serrilhados demonstraram o maior sucesso clínico; núcleos metálicos fundidos cônicos apresentaram maiores insucessos quando comparados a dentes sem reforço intra-coronário; pinos paralelos serrilhados não tiveram insucessos relacionados a fraturas dentais, enquanto que, falhas de núcleos metálicos fundidos cônicos levaram a exodontias em aproximadamente 1/3 dos dentes fraturados; dentes que possuíam pinos de comprimento igual ou maior que o comprimento da coroa demonstraram sucesso acima de 97%. Relataram que a quantidade de estrutura dental remanescente após terapia endodôntica e preparo para instalação de pinos foi fator predominante. Portanto, deveria se basear na preservação de estrutura dental para prover resistência à fratura de dentes despolpados. A fabricação de pinos de maior diâmetro com resistência excedendo a do dente tratado endodonticamente diminuía o prognóstico de sucesso clínico.

Neste mesmo ano, MUSIKANT & DEUTSCH (1984), comentaram os sistemas de pinos pré-fabricados, classificando em passivos - não rosqueáveis - com secção transversal paralela ou cônica e ainda superfície lisa ou serrilhada; ativos - rosqueáveis / auto-rosqueáveis - cônicos, paralelos ou paralelos com extremidade cônica. Relataram que os pinos intra-radulares passivos cônicos apresentaram menor capacidade retentiva e distribuíram as tensões de forma irregular ao longo do dente. Já os pinos passivos paralelos forneceram maior retenção e distribuíram as tensões de modo mais uniforme, enquanto que os ativos paralelo foram os mais retentivos porém geraram tensões durante a instalação.

TJAN & WHANG (1985), estudaram características e resistência à fratura em quarenta incisivos centrais superiores que foram divididos em dentes com 1, 2 ou 3mm de

espessuras de dentina vestibular remanescente e núcleos metálicos fundidos; e dentes com 1mm de dentina vestibular, término em bisel de 60° e núcleo metálico fundido com cinta metálica. Foi aplicada na superfície lingual carregamento de compressão em inclinação de 30° com o longo eixo do dente à velocidade de 0.05 polegadas/min em Máquina Universal de Ensaio Instron Dynamic Tester (Closed-loop Servohydraulic Dynamic Testor, Model 1350, Instron Corp., Canton, Mass.). Análise de variância e teste Duncan's demonstraram não haver diferenças significativas entre os grupos. Porém, houve diferença no modo de fratura. Concluíram que raízes com 1mm de parede de dentina remanescente na face vestibular fraturaram mais do que as com 2 ou 3mm. A adição da cinta metálica não aumentou a resistência à fratura das raízes. Quando o remanescente dental de parede vestibular na entrada do canal radicular for de 1mm ou menos, pinos paralelos deveriam ser evitados. Frente a esta situação, sugeriram que a retenção fosse comprometida para se proteger a estrutura dental, visto que, métodos utilizados para aumento de retenção geraram concentrações de tensões na dentina ou enfraqueceram o remanescente radicular, aumentando a tendência à fraturas

Segundo DEUTSCH *et al.* (1985), a consequência da seleção e instalação inapropriada de pinos poderia resultar em fraturas da raiz. Assim, correlacionaram a forma do pino e raiz e modo de fratura durante a instalação de pinos pré-fabricados em 221 dentes que tiveram a porção coronária removida na junção cimento-esmalte. Os pinos avaliados foram: Radix nº2; Medidenta medium long post e Dentatus M-5. Para isso, as raízes receberam simulação do ligamento periodontal realizado com uma camada de "Silastic" e foram incluídas em blocos de resina acrílica para que fossem realizadas mensurações em

“Leblow Torque Transducer (model 1102-200, Eaton Corp., Troy, Mich.)”. Após a realização do teste a camada de “Silastic” foi removida e cada dente examinado em aparelho de fibra óptica para detecção de fraturas. Através da análise dos dados concluíram que pinos cônicos rosqueados aumentaram a incidência de fraturas; quando um pino de 1,5mm de diâmetro foi utilizado, a incidência de fratura da raiz aumentou seis vezes para cada milímetro em que o diâmetro da raiz diminuía na junção cimento-esmalte.

Neste mesmo ano, TROPE *et al.* (1985), compararam a influência de diferentes métodos restauradores na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Para isso, selecionaram 64 incisivos superiores recém extraídos que foram divididos nos seguintes grupos: G1 restauração do acesso endodôntico com resina composta; G2 restauração com condicionamento ácido e resina composta; G3 remoção de 10mm de guta percha além da junção cimento-esmalte, condicionamento ácido e restauração do conduto e acesso endodôntico em resina composta; G4 preparo do conduto com brocas do sistema Para Post, condicionamento ácido e restauração do acesso em resina composta, sendo que o preparo do conduto foi deixado vazio; G5 preparo do conduto e, restauração do acesso e conduto em resina composta sem ataque ácido; G6 preparo do conduto, instalação de pino Para Post com cimento de fosfato de zinco e restauração do acesso em resina composta; G7 preparo do conduto e, restauração do acesso e conduto com ataque ácido; e G8 preparo, condicionamento ácido, pino Para Post cimentado com resina composta e acesso restaurado em resina. As amostras foram submetidas ao teste de compressão aplicado em ângulo de 50 graus em relação ao longo eixo do dente, em Máquina de Ensaio (Instron, Canton, Mass.) até a fratura. A análise estatística demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos.

Concluíram que o preparo para a instalação de pinos enfraqueceram os dentes tratados endodonticamente e os pinos não os reforçaram; a resina composta com condicionamento ácido reforçou mais os dentes do que os outros métodos utilizados.

Segundo DAVIDSON (1986), a adesão adequada necessita da interação entre os compósitos e as paredes do preparo cavitário para ser capaz de resistir as tensões resultantes da contração de polimerização. Para o autor o sucesso da utilização de materiais adesivos pode ser alcançado através de disciplina técnica de deposição do compósito. Assim, sugeriu que a deposição desse material deveria ser realizada em incrementos tomando-se o cuidado de não se unir mais do que duas paredes do preparo cavitário para que o escoamento do compósito durante a contração de polimerização não fosse obstruído por forças adesivas opostas.

Em 1989, REEH *et al.* analisaram alterações na resistência de premolares resultantes dos tratamentos endodônticos e restauradores. Para isso, utilizaram método não destrutivo, através da instalação de um sensor sobre a junção cimento-esmalte, por lingual e vestibular. Os dentes foram incluídos em cilindros de nylon a 2mm da junção cimento-esmalte. Uma carga de 37N foi aplicada por oclusal e, sobre as cúspides vestibular e lingual durante 3 segundos. A leitura das tensões, geradas pela aplicação da carga sobre as cúspides, foi tomada como medida da resistência após os seguintes procedimentos: 1- (a) dente hígido, (b) preparo do acesso endodôntico, (c) instrumentação, (d) obturação, (e) preparo de cavidade MOD; 2- (a) dente hígido, (b) preparo da cavidade oclusal, (c) preparo da cavidade MO, (d) preparo da cavidade MOD, (e) acesso endodôntico, (e) obturação. Os

resultados demonstraram que o tratamento endodôntico representou pequeno efeito sobre a resistência do dente, reduzindo a rigidez em 5%. A cavidade oclusal diminuiu a dureza em 20%. A maior perda de resistência foi obtida pela remoção das cristas marginais, em preparos MOD, que reduziram a resistência das cúspides em até 63%. Os autores concluíram que o tratamento endodôntico não foi responsável pelo enfraquecimento dos dentes com cristas marginais preservadas.

LONEY *et al.* (1990), estudaram através da análise fotoelástica tridimensional, o efeito da cinta metálica na distribuição de tensões em caninos superiores restaurados com a utilização de pinos. Desenvolveram desta forma, um modelo tridimensional no qual tensões poderiam ser observadas abaixo do colar metálico determinando a ação deste em reduzir concentrações de tensões quando núcleos metálicos fundidos sofressem ação de carregamentos. Para isso, um dente mestre foi confeccionado pela modificação de modelos de dentes de estudo (modelo D91-500B, Nissin Dental Products Inc., Kyoto, Japan) para que este adquirisse as dimensões de um canino superior. Após a confecção de preparo para coroa total a amostra foi moldada e duplicada em resina fotoelástica (PLM-9, batch 2885, Measurements Group Inc., Raleigh, N. C.). A seguir, bisel de 1,5mm foi confeccionado no dente duplicado e novas duplicações foram realizadas para a formação de dois grupos experimentais compostos por 4 amostras, sendo o grupo 1 - composto por dentes não biselados; e o grupo 2 - dentes biselados. Os preparos dos condutos para receberem os núcleos metálicos fundidos foram realizados com a broca nº 5 do sistema de pinos Para Post (Whaledent International, New York, N. Y.) a uma profundidade de 14mm. Os núcleos foram confeccionados em ouro a partir da fundição de modelos plásticos pré-

fabricados Para Post nº5. Foi aplicada na superfície lingual dos núcleos carregamento de 400g em uma inclinação de 152 graus com o longo eixo do dente. Os resultados demonstraram que tensões geradas na superfície coronária vestibular e lingual foram significativamente maiores quando o colar de 1,5mm foi incorporado ao núcleo metálico fundido. A maior concentração de tensões se localizou na região lingual no ápice dos pinos, sendo maior com a presença do colar. Embora maiores nos dentes com colar houve menor variabilidade de tensões nos pontos observados, validando o conceito de que a cinta metálica distribui melhor as tensões.

Nesse mesmo ano, os autores SORENSEN & ENGELMAN (1990 a), estudaram o efeito de diferentes pinos e a adaptação à parede do canal radicular na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Para isto, utilizaram 40 incisivos centrais superiores que foram tratados endodonticamente e tiveram a porção coronária seccionada de forma que permanecessem com o comprimento de 15mm. A seguir, foram divididos em 4 grupos experimentais, sendo que nos grupos 1, 2 e 3 as raízes foram desgastadas internamente na região cervical da raiz para que os condutos radiculares adquirissem a forma de um funil com apenas 1mm de espessura de estrutura dental remanescente na porção cervical da raiz. Os grupos foram restaurados através de núcleos metálicos fundidos confeccionados a partir de modelos plásticos Para-Post reembasados com resina acrílica autopolimerizável. Assim, no grupo 1 as amostras tiveram o pino confeccionado através da fundição direta do padrão de resina, isto é, sem o reembasamento e extensão de resina para o interior do canal. As amostras do grupo 2 foram restaurados com núcleos intimamente adaptados ao canal e as do grupo 3 com núcleos metálicos

fundidos nos quais, foram acrescentados aos modelos plásticos 2mm de resina acrílica que invadiam a porção cervical do preparo radicular. No grupo 4 (controle) os condutos radiculares foram preparados para receberem tratamento através do pino Para-Post, sendo que máxima estrutura dental foi preservada. As amostras receberam coroas metálicas e foram submetidas a carregamento tangencial de compressão em ângulo de 130 graus em relação ao longo eixo do dente, aplicado em Máquina Universal de Ensaio (Instron. Corp., Canton, Mass.) à velocidade de 2.54mm/min até a fratura. Através dos resultados obtidos concluíram que a adaptação máxima do núcleo metálico fundido, mesmo apresentado um formato cônico, aumentou significativamente a média de resistência à fratura, porém, resultaram em fraturas extensas envolvendo grande parte de estrutura dental; os pinos paralelos tiveram a menor freqüência de fraturas radiculares e quando isto ocorreu estas envolveram menores porções de estrutura dental.

A cinta metálica ao redor da superfície coronária tem sido sugerida para aumentar a integridade de dentes tratados endodonticamente. Assim, SORENSEN & ENGELMAN (1990 b), avaliaram o efeito de vários desenhos de cintas na resistência à fratura de dentes despoldados em 60 incisivos centrais superiores que foram divididos em 6 grupos com os seguintes preparos: grupo 1 ombro de 90° sem extensão de dentina coronária. Neste grupo estrutura coronária axial foi removida com uma broca carbide cônica para que a estrutura axial na região de ombro permanecesse com 1mm de espessura. Grupo 2 ombro de 90° sem extensão coronária; grupo 3 ângulo de 130° de inclinação; grupo 4 ombro de 90° e término em bisel em 60° de 1mm, sem extensão de dentina coronária; grupo 5 ombro de 90° e termino em bisel em 60° de 1mm e 1mm de extensão de dentina

coronária; grupo 6 ombro de 90° e termino em bisel em 60° de 1mm e extensão de dentina coronária de 2mm mais contrabisel em 60° de 1mm de extensão preparado na junção dente/preenchimento. Concluíram que 1mm de extensão de dentina coronária acima do termino em ombro aumentava o limiar de falhas significativamente; o preparo das paredes coronárias deveriam ser paralelas para promoverem máxima forma de resistência; o contra bisel tanto na junção dente preenchimento como na margem da coroa não aumentou o limiar de falhas; a espessura axial do dente na margem da coroa não aumentou a resistência à fratura ou alterou o limiar de falhas.

DEL BEL CURY & DA COSTA (1990), revisaram na literatura critérios e condições para restauração de dentes tratados endodonticamente. Demonstraram consenso entre os vários autores revistos, que a restauração depende da estrutura dental remanescente; da posição do dente no arco; e se ou não o elemento dental seria utilizado como suporte para prótese fixa ou parcial removível. Relataram que quando o dente apresentasse estrutura dental suficiente, poderia ser restaurado esteticamente e funcionalmente através de técnicas usuais. Se a estrutura fosse inadequada seria necessário reforçar a coroa com pinos intra-coronários de amálgama ou pré-fabricados metálicos para que, a seguir, fosse realizada restauração em amálgama ou coroas metálicas fundidas. Se o dente a ser restaurado fosse utilizado como suporte de prótese parcial ou sofresse a ação de tensões horizontais, estes deveriam receber reforço intra-radicular com pinos que podiam ser fundidos ou pré-fabricados. Discutiram as vantagens e desvantagens de cada sistema e critérios para confecção de núcleos metálicos fundidos e utilização de pinos pré-fabricados.

Condições clínicas, frequência e razões sob as quais dentes tratados endodonticamente sofreram fraturas verticais, foram examinadas por MORFIS (1990). Para isto, avaliou clínica e radiograficamente 460 dentes de 303 pacientes que foram restaurados com ou sem a utilização de pinos após terapia endodôntica nos seguintes parâmetros: função exercida; técnica endodôntica utilizada, tipo de pino; modo de retenção; profundidade do pino no conduto radicular ($\geq \frac{1}{2}$ ou $\leq \frac{1}{2}$); e existência de fraturas. Todos os dentes receberam coroas totais unitárias ou parciais fixas e se encontravam em função por pelo menos 3 anos. Dos 460 dentes examinados, 17 (3,69%) apresentaram fraturas verticais. A análise estatística demonstrou correlação significativa entre fraturas verticais e técnica de instrumentação, obturação do canal, existência e comprimento de pinos. Porém, não houve correlação entre o tipo de retenção de pinos pré-fabricados. Assim, o autor concluiu que a técnica de obturação de condensação lateral, em canais instrumentado através da técnica escalonada foi razão para fraturas verticais; pinos longos de comprimento maior que a metade do comprimento da raiz instrumentado através da técnica escalonada foram responsáveis por fraturas verticais; dentes restaurados por pinos foram mais susceptíveis a sofrerem fraturas verticais; pinos pré-fabricados rosqueados ou cimentados pareciam não ser responsáveis por fraturas.

FELTON *et al.* (1991), compararam o potencial de fratura radicular resultado da cimentação de 9 sistemas de pinos rosqueados e 3 não rosqueados em 140 premolares recém extraídos. Os dentes foram divididos nos seguintes grupos: G1- dentes instrumentados endodonticamente e não obturados; G2 dentes instrumentados e obturados; G3- instrumentados, obturados e restaurados com núcleo metálico fundido; G4 e G5-

instrumentado, obturado e restaurados com pinos pré-fabricados não rosqueáveis; G6 a G14- instrumentados, obturados e restaurados com diferentes sistemas de pinos pré-fabricados rosqueáveis. Após a instalação dos pinos, os espécimes foram desmineralizados e limpos para a identificação através de fotografias que, demonstraram a incidência e o grau de fratura resultante do processo de instalação dos pinos. Os resultados foram analisados através do teste de Fisher e Chi-quadrado. Concluíram que não houve diferença estatística significativa na incidência de fraturas entre os sistemas avaliados; a maioria das fraturas resultantes da instalação de pinos ocorreram nas faces mesiais e distais das raízes devido a espessura reduzida de dentina e presença de depressões externas nestas faces.

A resistência à fratura de dois protocolos de restaurações de dentes tratados endodonticamente foi comparada por BEX *et al.* (1992) em 24 dentes humanos hígidos superior/anterior que foram divididos em grupo 1 restaurados com núcleo metálico fundido e grupo 2 com retenção intra-radicular confeccionada com resina composta utilizando oxalato férrico, *N[p-tplyl] glycine and glycidyl methacrylate* (NTG-GMA) e sistema *pyromellitic dianhydride and 2-hydroxyethyl methacrylate* (PMDM) desenvolvido por Bowen. Assim, as faces internas e oclusal foram umedecidas por 60s com solução de oxalato férrico a 6,8%. Feito isto, foram lavadas com água destilada por 10s e secadas com pontas de papel absorvente e jato de ar por 10s. A seguir, solução de acetona a 10% de NTG-GMA foi aplicado por 60s. O NTG-GMA não aderido foi eliminado com acetona pura por 10s. As superfícies foram novamente secadas com pontas de papel e ar comprimido e solução de acetona a 5% de PMDM foi aplicado por 60s. Após secagem resina composta (Adaptic, Johnson & Johnson, East Windsor, N, J) foi depositada para a

confeção do sistema de retenção intra-radicular. As amostras foram levadas ao teste de cisalhamento em Máquina de Ensaio (FM-10 United Calibration Corp. Garden Grove, Calif.). Através dos resultados obtidos concluíram que o meio de retenção confeccionado com resina composta propiciou resistência a fratura significativamente menor que núcleos metálicos fundidos; meios de retenção com resina composta fraturaram em todas as instâncias antes da fratura da raiz.

ROLF *et al.* (1992), estudaram através da análise fotoelástica bidimensional tensões geradas por 5 sistemas de pinos pré-fabricados paralelos, sendo estes: Para-Post (Whaledent International New York, NY 10001); Beta Post (CTH, Inc West Babylon, NY 11702); Kurer Crown Anchor (Teledyne Getz Elk Grove Village, IL60007); Flexi-Post (Essential Dental Systems, Inc New York, NY 10019) e Radix Anker (Star Dental Mfg Co Inc Valley Forge, PA 19482). Os pinos foram fixados com cimento de fosfato de zinco em condutos preparados em material fotoelástico PSM-5 (Measurements Group Inc., Raleigh, NC 27611). Após a aplicação de carga, cada amostra foi fotografada com polariscópio circular (Star Titan, Star Dental Mfg Co, Valley Forge, PA 19482) em campo óptico de análise escuro com telemicroscópio (Modelo 241-50, Measurements Group Inc, magnification X15) para que fosse observada a magnitude das tensões geradas. Concluíram que pinos passivos causaram menores tensões que pinos ativos; entre os pinos ativos, o Flexi-Post e Radix Anker geraram menores tensões e o Kurer Crown Anchor maiores.

O preenchimento intra-radicular com o cimento de ionômero de vidro para a manutenção de raízes que estariam condenadas à exodontia em função da impossibilidade de seu aproveitamento foi sugerido por BUCK *et al.* (1992). Os autores relataram que tal

conduta se tornou viável em função de algumas propriedades deste cimento. Desta forma, após a remoção do tecido cariado o material preencheria a região interna do canal radicular para que posteriormente este recebesse as subseqüentes etapas de restauração. Ressaltaram a necessidade de experimentos laboratoriais e clínicos por se tratar de uma técnica conservadora.

SORNKUL & STANNARD (1992), avaliaram a resistência à fratura vertical e lateral de raízes de premolares inferiores antes e após tratamento endodôntico e procedimentos restauradores. Foram utilizados 141 premolares inferiores divididos em 7 grupos experimentais. Os dentes foram tratados endodonticamente e receberam preparos na porção coronária em forma de funil com 5mm de profundidade, 3 mm de abertura vestibulo-lingual e 2mm de méso-distal. A seguir, preparos de coroas totais foram confeccionados com dimensões da linha de termino com $6.4 \pm 0.2 \times 3.9 \pm 0.3$ mm por 5mm de altura. Os grupos experimentais foram constituídos por: grupo 1 (controle) composto por 23 dentes que não sofreram tratamentos; Grupo 2 preenchimento da porção coronária com resina composta; grupo 3 resina composta e aplicação de agente adesivo. Para a aplicação do agente adesivo foi realizado irrigação do preparo com 10ml de EDTA 17%, seguido por 10ml de NaOCL 5.25%, secagem e aplicação do agente adesivo; grupo 4 preparo intraradicular e instalação do pino pré-fabricado Para-Post e resina composta de maneira semelhante ao grupo 3; grupo 5 núcleo metálico fundido cimentado com cimento de fosfato de zinco; grupo 6 dentes preparados sem tratamentos para determinar a resistência de dentes tratados endodonticamente após o preparo e sem restaurações; grupo 7 dentes

confeccionados com resina composta autopolimerizável confeccionados através do molde de um dente preparado. As amostras foram submetidas ao teste de compressão onde o carregamento foi aplicado diretamente sobre a face oclusal e, ao teste de cisalhamento no qual o carregamento foi aplicado em ângulo de 45 graus com o longo eixo do dente em Máquina Universal de Ensaio (modelo 4202, Instron, Corp., Canton, MA) à velocidade de 0.5 cm/min. A análise de variância demonstrou haver diferenças significativas entre os grupos sendo que, o grupo controle e preenchimento com resina composta e agente adesivo apresentaram maiores valores médios de resistência. Concluíram que materiais adesivos podem melhorar a resistência à fratura de raízes e enfatizaram que a preservação da estrutura dental remanescente foi o fator importante para o prognóstico da restauração do dente.

Segundo GUTMANN (1992), a dentina de dentes despulpados sofre alterações estruturais, resultando em redução de resistência e flexibilidade. Desta forma, sugeriu que procedimentos restauradores deveriam estar relacionados com a anatomia radicular e o suporte ósseo. Ressaltou a importância do conhecimento da anatomia e biologia da dentina e fez considerações sobre propriedades de dentes tratados endodonticamente como perda de umidade; alterações de resistência causadas por mudanças na arquitetura e morfologia do dente; conceitos do comportamento biomecânico da estrutura dental sob tensões; natureza da dentina em dentes despulpado; e mudanças na malha de colágeno.

THORSTEINSSON *et al.* (1992), utilizaram análise fotoelástica bidimensional de tensões para comparar a magnitude e concentrações de tensões induzidas por 4 sistemas de pinos utilizados na restauração de dentes tratados endodonticamente, sendo estes: 3

pinos rosqueáveis (VLock, Radix Anchor, e Flexi-Post) e um não rosqueável – controle- (Para Post Plus), instalados em Material fotoelástico PSM-1 (Measurement Group, Inc., Raleigh, N. C.). As tensões foram verificadas durante a instalação e sob carregamentos verticais inclinados em ângulo de 26 graus. Observaram que, durante a instalação, o pino Para Post Plus apresentou tensões significativamente diferentes dos demais pinos e indução de tensões na região apical. Os pinos rosqueáveis apresentaram concentrações de tensões na região cervical e média, principalmente ao redor das flanges onde as roscas se embutiam nas paredes. Assim, concluíram que pinos concentraram tensões nos locais em que entraram em maior contato com as paredes do preparo, sendo portanto, resultado de sua característica de forma em específico; os pinos não rosqueáveis demonstraram maior concentração de tensões na região apical e os pinos rosqueáveis sob as flanges e nas roscas de acordo com seu formato específico.

O efeito do desenho do pino na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, restaurados com coroas totais foi estudado por ASSIF *et al.* (1993) Para isso, utilizaram 41 premolares unirradiculares recém extraídos. Os dentes tiveram as coroas seccionadas a 2mm acima da junção cimento-esmalte e foram divididos nos seguintes grupos: Grupo 1 núcleo metálico fundido; Grupo 2 pino metálico cilíndrico; Grupo 3 pino metálico cilíndrico de extremidade cônica; Grupo 4 preenchimento do conduto radicular com ionômero de vidro Ketac Fill sem a utilização de pinos. Os dentes foram fixados em blocos de resina acrílica e levados ao teste de resistência à fratura em máquina Universal de Ensaio Instron com carregamento de compressão, em ângulo de 30° com o longo eixo da raiz, à velocidade de 2mm/min até a fratura. A análise estatística dos resultados demonstrou

que o desenho do pino não influenciou na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com coroas totais com 2mm de cinta metálica em estrutura dental sadia. Destacaram que a escolha do pino deveria ser baseada no sistema no qual máxima estrutura dental sadia fosse preservada. Sugeriram que se a coroa anatômica fosse suficientemente preservada possibilitando a retenção do material restaurador os pinos intraradiculares não seriam necessários.

Segundo MENTINK *et al.* (1993), os objetivos da utilização de pinos seria promover retenção e proteger a estrutura dental remanescente que se encontra enfraquecida contra fraturas. Entretanto, apesar de testes laboratoriais terem sido publicados a respeito da melhor forma retentiva e concentrações de tensões que pinos poderiam gerar na estrutura dental, acreditaram que fenômenos como estabilidade dimensional e fadiga seriam melhores avaliados clinicamente. Assim, realizaram estudo *in vivo* que consistiu na instalação e avaliação de 112 pinos pré-fabricados (Dentatus, Unimetric e Radix) no período de 1974 à 1986. Os pinos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco ou de poliacrilato e o preenchimento foi confeccionado com resina composta. Após o período médio de acompanhamento de aproximadamente 8 anos, observaram que 81% dos pinos permaneciam em função. Assim, concluíram que pinos Dentatus aparentaram aumentar o risco de fraturas; e que pinos Unimetric e Radix apresentaram resultados mais satisfatórios, embora, acreditassem que maiores controles clínicos seriam necessários para sustentarem estes resultados.

A introdução de materiais capazes de aderir a estrutura dentinária tem criado potencial de reconstituição e reabilitação da dentina perdida. Segundo LUI (1994), resina composta tem sido indicada como material de reforço de dentes tratados endodonticamente com extensas destruições e canais amplos. Dessa forma, o autor ressaltou que uso de núcleos metálicos fundidos cônicos concentram forças de cunha e quando uma raiz enfraquecida era internamente reconstruída com materiais adesivos, esta raiz seria dimensionalmente e estruturalmente reforçada para suportar e reter um pino para continuar exercendo sua função na cavidade oral. Porém, a polimerização da resina composta fotoativada seria dificultada em regiões profundas do canal radicular. Assim, descreveu uma técnica de reabilitação de um caso clínico envolvendo um incisivo central superior com grande destruição por cárie da porção cervical da raiz restaurado com resina composta polimerizada com a utilização de pinos fototransmissores. Desta forma, a raiz foi preparada e o sistema adesivo aplicado segundo recomendações do fabricante. A seguir, resina composta foi depositada no interior do canal radicular com o auxílio de uma seringa Centrix e o pino posicionado para que fosse realizado a fotoativação com a ponta do aparelho fotopolimerizador apoiada sobre o pino, permitindo a transmissão da luz e polimerização da resina até a região mais profunda. Recomendou esta técnica em casos de extensões de cárie na porção cervical do canal radicular, traumas em incisivos imaturos, anomalias de desenvolvimentos como fusão e geminação, patologias pulparez idiopáticas como reabsorções internas, procedimentos restauradores ou endodônticos iatrogênicos como preparos excessivos do canal. Concluiu que o uso de tais pinos, associados a materiais adesivos consistiu em técnica conservadora para restauração de dentes extensamente destruídos.

Para ASSIF & GORFIL (1994), a perda de estrutura dental provocada por cáries, fraturas, restaurações prévias ou mesmo a técnica endodôntica resultam em redução da capacidade do dente de resistir forças intra-orais. Relataram que pinos intra-radulares, seriam comumente utilizados para promover retenção ao material restaurador e proteger ou reforçar a estrutura dental contra essas forças distribuindo-as através da dentina radicular para os tecidos de suporte, assim como, dispersando-as ao longo da raiz. Desta forma, os autores analisaram considerações biomecânicas relacionadas a restauração de dentes tratados endodonticamente e verificaram a validade e capacidade de pinos promoverem estas funções. Concluíram que pinos metálicos e o aumento do seu comprimento e diâmetro para promover maior retenção comprometeram o prognóstico do dente restaurado, pois quanto maior a quantidade de estrutura removida menor foi a capacidade de resistir a forças oclusais aumentando o risco de fraturas ; o uso de pinos para reforçar dentes despolpados a resistir forças oclusais seria difícil de ser justificado e possivelmente nociva, por esta razão pinos deveriam ser utilizados apenas para promoverem retenção; toda restauração de dentes despolpados requer recobrimento das cúspides com coroas totais abraçando estrutura dental sadia apicalmente ao término do preenchimento.

De acordo com GLUSKIN *et al.* (1995), estudos de pinos tem dado pouca atenção a dentes com pouco volume ou distância méso-distal. Assim, investigaram como características anatômicas do canal radicular e invaginações em uma ou ambas paredes proximais, poderiam influenciar estratégias restauradoras de seleção, retenção e característica de fratura de incisivos pequenos restaurados com diferentes sistemas de

pinos. Para isso, selecionaram 50 incisivos centrais inferiores, que foram tratados endodonticamente após a extração e divididos em 5 grupos experimentais. Assim, em quatro grupos os dentes foram seccionados a 1-2mm aquém da junção cimento esmalte e restaurados com núcleo metálico fundido ou pinos pré-fabricados para serem submetidos ao ensaio de retenção e resistência à fratura. O grupo controle foi constituído de 10 amostras restauradas com resina composta. O pino pré-fabricado Para-Post e o núcleo metálico fundido foram comparados em relação à retenção e resistência à fratura. Desta forma, dois grupos foram utilizados para o ensaio de retenção e dois para o de resistência. Os ensaios foram realizados em Máquina Universal de Ensaio (modelo 1122, Instron Corp., Canton, MA) à velocidade de 5mm/min sendo que, o de compressão foi aplicado em inclinação de 45 graus com o longo eixo do dente. A análise estatística dos valores obtidos demonstrou que os núcleos metálicos fundidos foram mais retentivos que pinos paralelos serrilhados e que, não houve diferença significativa para o teste de compressão. Assim, sob o parâmetro deste estudo concluíram que a melhor adaptação ao canal radicular dos núcleos metálicos fundidos aumentaram significativamente a média de carregamentos necessários para que ocorressem falhas, porém resultaram em maiores fraturas da estrutura dental; quando existir pouca estrutura dental em incisivos inferiores, estes devem ser restaurados através de núcleo metálico fundido, sendo que guias convencionais para o comprimento do pino e preservação do selamento apical devem ser seguidos; as características anatômicas de incisivos inferiores ofereceram ao núcleo metálico fundido maior característica retentiva e vantagens sobre os pinos pré-fabricados; os núcleos metálicos fundidos foram menos prováveis de resultarem fraturas da raiz ou do pino; quando ocorreram fraturas os pinos pré-fabricados foram mais prováveis de fraturarem nas serrilhas. Em relação a resistência à

fratura nenhum sistema demonstrou ser superior a coroa natural intacta de dentes tratados endodonticamente.

ISHIKIRIAMA *et al.* (1995), verificaram a resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente com e sem pinos intra-radulares. Para isso, selecionaram 80 incisivos centrais superiores que foram divididos em quatro grupos experimentais. Os dentes não foram tratados endodonticamente, mas foram preparados com as brocas do sistema Parapost (Whaledent), com diâmetro de 1,25mm até a extensão de 7mm do ápice radicular. Os grupos 1 e 3 receberam pinos intra-radulares preparados a partir de fio ortodôntico de 1mm de diâmetro, fixados com cimento de fosfato de zinco. No preparo cavitário, removeram as paredes mesial e distal, mantendo a mesma espessura da profundidade da câmara pulpar em relação à parede vestibular. Os dentes foram inseridos em resina poliestirênica 1mm aquém do limite amelo-cementário. O primeiro grupo foi restaurado com pino intra-radicular, sistema adesivo e resina composta, enquanto que o segundo foi restaurado somente com resina. Para esses grupos, o carregamento foi aplicado no centro geométrico da face palatal do dente, em ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente, à velocidade de 0,5mm/min. No terceiro e quarto grupos, os dentes foram restaurados como descrito anteriormente, porém, a aplicação do carregamento foi efetuada no terço incisal da face palatal. Os resultados demonstraram diferença significativa apenas em relação ao ponto de aplicação dos carregamentos, com valores menores para o carregamento próximo ao terço incisal das coroas, o que foi explicado pela menor espessura de estrutura dentinária nessa região. Em dentes restaurados com ou sem pino intra-

radicular, não foi evidenciada diferença estatística significativa na resistência à fratura, independente do ponto de aplicação do carregamento.

Visto que a força necessária para a fratura dental pode variar com a angulação da força aplicada LONEY *et al.* (1995), determinaram a relação entre ângulo de aplicação de carga e resistência à fratura em 30 incisivos centrais superiores restaurados através de núcleos metálicos fundidos e coroas totais veneer. As angulações analisadas foram de 110, 130 ou 150 graus em relação ao longo eixo do dente. O ensaio foi realizado em Máquina Universal de Ensaio (II Instruments M30K, Omntronix, Mississauga, Ontario, Canada) à velocidade de 0.01mm/min até a fratura das amostras. Os resultados foram analisados estatisticamente e demonstraram haver diferenças significativas entre as amostras com ângulos de 110 e 150 graus e entre as de 130 e 150 graus. Porém, não houve diferença entre as de 110 e 130 graus. Concluíram que o carregamento médio necessário para ocasionar fraturas aumenta na medida em que o ângulo se aproxima do longo eixo do dente.

MARTINS (1995), avaliou a resistência à fratura ao carregamento axial de compressão de raízes debilitadas preenchidas com materiais adesivos em 49 raízes unirradiculares recém extraídas nas quais foram cimentados núcleos metálicos fundidos nas seguintes condições: preparos convencionais em raízes hígidas (controle positivo); raízes debilitadas (controle negativo); raízes preenchidas com ionômero de vidro; raízes preenchidas com ionômero tipo II modificado; raízes preenchidas com ionômero de vidro tipo III; raízes preenchidas com ionômero fotoativado; raízes preenchidas com sistema adesivo e compósito Herculite XRV e raízes preenchidas com sistema adesivo e compósito

Z 100. Com base nos resultados obtidos concluiu que o compósito Z 100 apresentou melhor desempenho entre os materiais testados. Segundo o autor, esse material absorveu as tensões resultantes do carregamento utilizado no estudo devido a adesividade do compósito à dentina através do sistema adesivo e a propriedades mecânicas, como resiliência da resina composta, próxima a da dentina.

Segundo MANNING *et al.* (1995), retenções com pinos representariam importante procedimento pré-protético para restauração de dentes tratados endodonticamente. Porém, a seleção de um determinado sistema se tornou um dilema visto a grande variedade de materiais, técnicas e controvérsias relacionadas a este procedimento. Desta forma, revisaram conceitos teóricos com o objetivo de guiar o clínico a selecionar e confeccionar com maior previsibilidade retenções através de pinos. Sugeriram a não utilização de pinos intra-radiculares em situações onde houvesse estrutura dental remanescente suficiente para reter o material restaurador.

Para MORGANO (1996), em discussão de princípios biomecânicos de restaurações de dentes tratados endodonticamente, a conservação de estrutura dental sadia seria o fator de maior importância para o sucesso do procedimento restaurador. Assim, técnicas restauradoras que evitassem o tratamento endodôntico deveriam ser preferidas. Porém, quando necessário, estudos sugeriam que pinos enfraqueciam o dente, sendo desejáveis procedimentos que evitassem sua instalação. No entanto, quando utilizado o comprimento do pino não deveria ser comprometido, a espessura deveria ser mínima e cinta metálica deveria ser utilizada.

A validade do potencial de reforço intra-radicular e a utilização de cinta metálica foi avaliada por SAUPE *et al.* (1996). Assim, 40 incisivos centrais superiores com formas similares foram examinados com fibra óptica para garantir a ausência de cáries, trincas ou fraturas. A seguir, a dentina interna foi removida até a profundidade de 8mm para se simular raízes debilitadas permanecendo 0.5 a 0.75mm de espessura na junção cimento-esmalte. Os dentes foram divididos em 4 grupos experimentais e restaurados com: GA- núcleo metálico fundido, sem cinta metálica; GB- reforço intra-radicular com resina composta e núcleo metálico fundido, sem cinta metálica; GC- núcleo metálico fundido e cinta metálica; GD- reforço intra-radicular com resina composta, núcleo metálico fundido e cinta metálica. Para a confecção do reforço intra-radicular com resina composta o sistema adesivo Pro-Bond (CaulK/Dentsply) foi aplicado segundo recomendações do fabricante. Feito isto, o compósito TPH (CaulK/Dentsply) foi depositado no interior do canal radicular e um pino do sistema Luminex Smooth Light Transilluminating Post (SLTP) (Dentatus USA) nº4 foi posicionado e centralizado no espaço intra canal. A seguir, resina composta foi depositada ao seu redor e polimerizada por 1min através do pino LSTP e por 20s após a remoção do mesmo. O preparo do conduto foi confeccionado com a broca nº 4 do sistema. As amostras foram levadas a Máquina Universal de Ensaio (Instron) para que fosse aplicado carregamento transversal a velocidade de 0.2mm/min até a fratura. Os resultados foram analisados estatisticamente através da ANOVA e teste de Scheffe e demonstraram que raízes debilitadas e reforço intra-radicular com resina composta através do sistema Luminex ofereceram maior resistência a fratura do que núcleos metálicos fundidos convencionais; o uso da cinta metálica em dentes debilitados não promoveu benefícios

adicionais para retenção e resistência à fratura e ocasionaram remoção adicional de estrutura dental sadia.

CATHRO *et al.* (1996), avaliaram a resistência ao impacto de dentes tratados endodonticamente. Foram utilizados 30 incisivos centrais superiores humanos divididos em três grupos, sendo estes: intactos (controle); raiz preenchida com resina composta com 1mm de extensão coronária de dentina e coroa total metálica em prata-palladium; e raiz preenchida com resina composta sem extensão de dentina e coroa total metálica em prata-palladium. Para a realização do teste de impacto as raízes foram incluídas em blocos de resina acrílica com a simulação do ligamento periodontal realizado com silicone (Exaflex, GC. Dental Industrial Corp.). A seguir, foram posicionadas na base de um pêndulo disparado por eletromagneto. Após o impacto o arco final do pêndulo foi mensurado por um potenciômetro acoplado a um computador via conversor digital MacLab (ADI Instruments, Castle Hill, NSW, Austrália) localizado no eixo do aparelho. A energia absorvida durante a fratura foi calculada pela fórmula " $E_a = m.g.r.(cos\theta_f - cos\theta_i)$ " onde, E_a foi a energia absorvida durante a fratura, m a massa do pêndulo, g a força da gravidade, r o comprimento do pêndulo, θ_i o ângulo entre o início e o ponto de impacto, θ_f o ângulo entre o início e o máximo movimento do pêndulo. ANOVA e Teste Duncan's New Multiple Range demonstraram que raízes com extensão coronária de 1mm de dentina restaurados com coroa metálica demonstraram resistência à fratura ao impacto que não foram significativamente diferentes de dentes hígidos sem restaurações. Dentes sem extensão de dentina demonstraram significativa redução de resistência à fratura comparado a dentes hígidos.

KAHN *et al.* (1996), comparam a resistência à força lateral de cisalhamento de três sistemas de pinos rosqueados pré-fabricados em 60 premolares unirradiculares humanos recém extraídos e com formas similares. Os dentes foram divididos e restaurados com os sistemas Cytco Post (L. D. Caulk Co.), Vlock Active Post (Brasseler USA Savannah, Ga.) e Flexi-Post (Essential Dental Systems) cimentados com cimento de fosfato de zinco e preenchimento em amálgama de prata. Assim, 45 dos 60 dentes selecionados tiveram as coroas removidas com pontas diamantada para que permanecessem com comprimento de 13mm. Os demais dentes foram identicamente seccionados, mas com comprimento de 17mm para constituírem o grupo controle que não recebeu pinos e teve o acesso endodôntico preenchido com amálgama de prata. O término gengival da coroa foi realizado em chanfro com 1mm de estrutura dental sadia. As amostras foram levadas a Máquina Universal de Ensaio Instron (Instron Corp., Canton, Mass.) para que o carregamento de compressão fosse aplicada no ângulo axio-ocluso-vestibular, em inclinação de 45° com o longo eixo do dente à velocidade de 0,2 polegadas/min até a fratura. Através da ANOVA e teste de Tukey concluíram que a presença de pinos rosqueados geram fraturas que não são significativamente diferentes das obtidas sem a utilização de pinos; o desenho dos sistemas de pinos utilizados não contribuíram ou reduziram fraturas radiculares em dentes tratados endodonticamente, quando restaurados com amálgama e coroa com cinta metálica. O modo de falha de todos os dentes testados foi fratura radicular oblíqua e em nenhuma instância ocorreu falha de cimentação ou fratura do pino.

Segundo MARCHI (1997), a restauração de dentes tratados endodonticamente através de núcleos metálico fundidos ou pinos pré-fabricados seria dificultada em situações

de grande perda de estrutura dentinária. Assim, avaliou a resistência à fratura de raízes debilitadas restauradas através da utilização de sistema adesivos e resina composta atuando como dentina artificial associados a pinos pré-fabricados. Para isso, utilizou 76 dentes unirradiculares, entre incisivos centrais superiores e caninos superiores que foram divididos de acordo com seus volumes. Metade dessas raízes foram debilitadas e preenchidas com compósitos. Trinta e oito raízes, entre debilitadas e híidas foram preparadas para receberem núcleo metálico fundido e, as demais, receberam pinos pré-fabricados. As amostras foram submetidas ao ensaio de resistência à fratura em Máquina Universal de Ensaio com carregamento de compressão em ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente, à velocidade de 0,5mm/min. Os resultados demonstraram diferença estatística significativa dos fatores experimentais. Quanto ao volume, as raízes grandes apresentaram maior resistência à fratura; em relação ao tipo de pino os pré-fabricados foram superiores e quanto a condição das raízes as híidas foram mais resistentes. Também houve efeito significativo da interação volume/condição da raiz, onde as raízes grandes híidas foram mais resistentes. A interação condição da raiz e tipo de pino intra-radicular, demonstrou que raízes híidas com pinos pré-fabricados foram mais resistentes à fratura.

A resistência ao cisalhamento de dentes tratados endodonticamente restaurados através de duas técnicas sendo estas: G1 núcleo metálico fundido (NiCr) cimentados com cimento de fosfato de zinco; G2 pino pré-fabricado FKG cimentado com cimento de fosfato de zinco e resina composta Híbrida (Prisma APH) foi avaliada por FRAGA *et al.* (1998). Para isso, selecionaram 27 dentes unirradiculares recém-extraídos com características anatômicas semelhantes nos quais, as porções coronárias foram seccionada para se obter

corpos de prova com 12mm de comprimento. O teste de resistência ao cisalhamento foi realizado em Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 0.05cm/min. A seguir, as amostras foram desgastadas e polidas para serem examinadas em microscópio estereoscópico (63x) para a observação das linhas de fraturas. Os resultados foram analisados estatisticamente (Student's T-test) e demonstraram que o G1 foi significativamente mais resistente à fratura do que o G2; todas as amostras do G1 fraturaram na região cervical da raiz, enquanto que as do G2 na resina composta. Os autores comentaram que este tipo de fratura poderia ser vantajosa por prevenir fraturas radiculares.

NASH (1998), relatou um caso clínico de um premolar inferior restaurado com a utilização de pino pré-fabricado de fibra de vidro – FibreKor Post, citando como vantagens o fator estético e união a estrutura dental que poderia resultar em aumento de resistência. Relatou que resina composta proveria maior flexibilidade resultando em menores índices de fraturas por trauma. Concluiu que pinos adesivos reforçaram a estrutura dental e a transmissão da luz através do pino promoveu máxima estética.

Neste mesmo ano, CARLINI (1998) avaliou a capacidade de pinos intra-radulares reforçar dentes anteriores debilitados. Para isso, utilizou 80 incisivos centrais superiores que foram divididos em oito grupos experimentais sendo esses: G1 – dentes com duas cristas marginais debilitadas restaurados com sistema adesivo e compósito odontológico; G2 – dentes com duas cristas marginais debilitadas restaurados com pino intra-radicular metálico paralelo, cimentado com sistema adesivo, agente de fixação

resinoso e restaurado com sistema adesivo e compósito odontológico; G3 - dentes com duas cristas marginais debilitadas restaurados com pino intra-radicular de fibra de carbono envolvidas com matriz epóxica, com sistema adesivo, agente de fixação resinoso e restaurado com sistema adesivo e compósito odontológico; G4 - dentes com uma crista marginal debilitada restaurados com sistema adesivo e compósito odontológico; G5 - dentes uma crista marginal debilitada restaurados com pino intra-radicular metálico paralelo, cimentado com sistema adesivo e agente de fixação resinoso e restaurado com sistema adesivo e compósito odontológico; G6 - dentes com uma crista marginal debilitada restaurados com pino intra-radicular de fibra de carbono cimentados com sistema adesivo, agente de fixação resinoso e restaurados com sistema adesivo e compósito odontológico; G7 – dentes com cristas marginais íntegras com a câmara pulpar restaurada com sistema adesivo e compósito odontológico e G8 – dentes íntegros. As amostras foram submetidos ao carregamento tangencial de compressão em inclinação de 135° em relação ao longo eixo do dente em Máquina Universal de Ensaio à uma velocidade de 0,5mm/min. Através da análise estatística dos valores obtidos concluiu que pinos intra-radulares não reforçaram dentes anteriores debilitados, a restauração com sistema adesivo e resina composta recuperou a resistência à fratura de dentes despolidos e debilitados e que pinos intra-radulares metálicos e de carbono apresentaram o mesmo comportamento em relação à resistência à fratura.

Segundo FRENO (1998), o fator mais importante no sucesso da restauração de dentes tratados endodonticamente seria a quantidade de estrutura dental remanescente, portanto, máxima estrutura dental deveria ser preservada. Assim, revisou a literatura e

forneceu orientações para a utilização de pinos. Concluiu que um pino de menor diâmetro deveria ser utilizado contanto que possuísse resistência suficiente para resistir à fratura. O aumento do diâmetro não aumentou a retenção e poderia enfraquecer a estrutura dental remanescente; se quantidade de estrutura dental coronária (2,0mm) fosse adequada para a retenção da restauração, a instalação de pino não seria necessária; remanescente de estrutura dental coronária de no mínimo 1 a 2mm parecia ter maior correlação com o sucesso da restauração; pinos de superfície lisa eram menos retentivos do que pinos serrilhados ou rosqueados.

CHRISTENSEN (1998), discutiu quando e sob quais condições a instalação de pinos seria necessária em dentes despulpados, os tipos de pinos comumente utilizados, procedimentos de cimentação, materiais de preenchimento e características antirrotacionais para o pino e para a coroa subsequente. Relatou que quando a raiz fosse afetada por cárie restando apenas 1mm de colar de estrutura dental na porção cervical, o dente provavelmente deveria ser extraído devido a dificuldade de determinar se toda a cárie foi removida e por se questionar a longevidade do tratamento. Quanto a composição, para restaurações estéticas em coroas sem metal indicou pinos metálicos e de fibra de carbono devido a sua coloração. Assim, recomendou pinos cerâmicos ou de fibra de reforço – Ribbond (Ribbond Inc.) - e resina composta. Sugeriu a utilização de cinta metálica de 1 a 2mm como o mais importante método de características antirrotacionais.

A distribuição de tensões em incisivos centrais superiores que sofreram tratamento endodôntico, assim como, a fidedignidade da instalação de diferentes sistemas de pinos foi estudada por YAMAN *et al.* (1998), através da análise de elementos finitos tri-

dimensional. Os sistemas analisados foram: núcleo metálico fundido em ouro, pino pré-fabricado de aço inoxidável e preenchimento com amálgama, pino pré-fabricado de titânium e amálgama; pino pré-fabricado de aço inoxidável e amálgama; pino pré-fabricado de titânium e resina. Foram aplicadas cargas, de 150, 170 e 200N, na borda incisal em angulação de 26 graus com o longo eixo do dente com propósito de avaliar a distribuição de tensões através de diferentes forças de mordida. Relataram que se cargas eram aplicadas sobre o dente, ele seria afetado em toda a sua extensão e não somente a região no qual foi aplicada e, que o propósito da forma de cada sistema de pinos era promover suficiente retenção e assegurar uniforme distribuição de tensões através do dente. Concluíram desta forma que sob a mesma carga, o núcleo metálico fundido produziu valores de tensões menores do que pinos pré-fabricados e se for utilizado o mesmo material de preenchimento diferenças do material do pino não causaram mudanças significativas na distribuição de tensões.

SCHARNAGL (1998), citado por WORSCHKECH, em 2000, estudou o progresso do desvio dos dentes sob aplicação de forças superiores a 15N. foram utilizados dentes suínos (laterais). As medições do deslocamento dental foram realizadas através de um medidor universal. Foram testados os segundos premolares e os primeiros e segundos molares. Com um cilindro metálico de 4mm de diâmetro foi aplicada carga por três vezes com intervalo de 2 minutos entre cada medição, sendo que a carga máxima foi de 500N. Isso possibilitou a análise de possíveis irregularidades no tecido periodontal artificial, que foi confeccionado com material de moldagem a base de poliéster, Impregum. Análises prévias demonstraram que esse material apresentava resistência ao rasgamento e às

deformações, em relação a outros materiais elásticos utilizados. Assim, esse material poderia reproduzir melhor o ligamento periodontal.

De acordo com MORGANO & BRACKETT (1999), as restaurações de bases envolveriam vários materiais e técnicas que eram diariamente utilizados na prática odontológica. Assim, revisou a literatura de estudos *in vitro* e *in vivo*, técnicas e relatos clínicos para fornecer guias de seleção do material e método para a restauração de dentes comprometidos estruturalmente. Os tópicos revistos e discutidos incluíram características desejáveis das restaurações de bases; fundamentos para a restauração de dentes despolpados; perspectivas históricas; núcleos metálicos fundidos; efeito da cinta metálica; pinos pré-fabricados; preenchimento direto; confecção de retenções para a restauração de dentes severamente comprometidos; problemas e limitações. Relataram que o sucesso clínico de pinos estava diretamente relacionado com o comprimento, que devia ser o mais longo possível respeitando-se limitações anatômicas e selamento apical; a cimentação de pinos com sistemas adesivos poderia teoricamente prover reforço interno da raiz; máxima estrutura dental deveria ser preservada durante o preparo de dentes despolpados. Comentaram que os núcleos metálicos fundidos necessitam de pelo menos duas seções clínicas para sua instalação.

SIRIMAI *et al.* (1999), compararam a resistência e os diferentes modos de fraturas de dentes tratados endodonticamente restaurados com sistemas de pinos associados a fibra de polietileno (Ribbond) com dentes restaurados com sistemas de pinos convencionais. Para isso, utilizaram 60 incisivos centrais superiores recém extraídos e

examinados com unidade de fibra óptica (3M, St. Paul, Minn.) para garantir a ausência de trincas ou fraturas. Os dentes foram divididos em 6 grupos e restaurados com: G1- núcleo metálico fundido; G2-pino pré-fabricado paralelo serrilhado (Lot N° 23935, Size 3: N° T96L-13, Vario-Passive post, Brasseler); G3- retenção intra-radicular confeccionada com fibra de polietileno (Ribbond composite-laminate endo posts and cores); G4- pino Vario-Passive (Lot N° 24279, Size 1: N° T94L-13, Vario-Passive post, Brasseler) e fibra de polietileno; G5- fibra de polietileno e pino Para-Post Plus (N° P-284-5, size 5, Para Post Plus, Whaledent, Mahwah, N. J.) e G6- pino Para-Post Plus. As raízes foram incluídas em blocos de resina acrílica com o ligamento periodontal simulado através de material de moldagem (N° 5EH1J1, Imprint, 3M) para serem testadas em Máquina Universal de Ensaio Instron (modelo 4202, Instron, Corp, Canton, Mass.) à velocidade de 0.5mm/min em inclinação de 130° com o longo eixo da raiz. ANOVA e Student-Newman-Keuls SNK) com nível de significância de 5% e comparações do modo de fratura utilizando análise Chi-quadrado 2X2 demonstraram que quanto ao padrão de fratura a retenção intra-radicular confeccionada com fibra de polietileno resultou em fraturas verticais significativamente menores; o uso de pino pré-fabricado de menor diâmetro combinado com a fibra de polietileno resultou em índices de fraturas verticais significativamente menores que em dentes restaurados com núcleo metálico fundido. Quanto a resistência à fratura não houve diferença significativa entre dentes restaurados com pinos pré-fabricados e resina composta e dentes restaurados com pinos pré-fabricado e fibra de polietileno; a retenção intra-radicular confeccionada com fibra de polietileno apresentou a menor resistência, enquanto que, o núcleo metálico fundido a maior.

Segundo KIMMEL (2000), a presença de pinos não reforçam dentes tratados endodonticamente, mas sim, torna-os mais susceptíveis à fratura. Assim, o autor contraindicou a utilização de núcleos metálicos fundidos em canais amplos, pois esses poderiam ocasionar fratura da raiz devido ao efeito cunha produzido. Por sua vez, relatou que devido a adaptação imprecisa em canais amplos, os pinos pré-fabricados obrigavam a utilização de grande quantidade de agentes de cimentação e esses poderiam comprometer o prognóstico a longo prazo por ser considerado a porção mais fraca do complexo dente, pino e preenchimento. Assim, revisou a literatura a respeito da restauração de dentes tratados endodonticamente e apresentou um método para restaurar e reforçar canais amplos através da utilização de fibras de polietileno Ribbond (Ribbond, Seattle, Wa.) e pinos pré-fabricados de fibra de vidro FibreKor (Jeneric/Pentron Inc., Wallingford, CT). Dessa forma, o autor concluiu que a técnica mencionada permitiu remoção mínima de estrutura dental e promoveu reforço interno da raiz. Frente a esta situação clínica recomendou que o pino fosse bem adaptado, necessitasse de mínima remoção de estrutura dental sadia, fosse resistente, possuísse módulo de elasticidade suficiente para a absorção de impactos, reforçasse a estrutura dental, utilizasse as irregularidades presentes no canal, fosse de fácil instalação, pouco sensível a técnica e detivessem fraturas e trincas existentes.

TERRY *et al.* (2001), descreveram um procedimento alternativo para a reabilitação da anatomia intra-radicular através da utilização de resina composta e pinos de fibras de reforço (Ribbond). Relataram que esse material consistia em fibras de polietileno tratadas com gás de plasma frio com a finalidade de converter fibras de alto peso molecular de característica hidrófoba para hidrófila. Este tratamento permitiria completo molhamento

e infusão das fibras pela resina, promovendo uma área de contato maior para aumentar a adesão com qualquer sistema de material restaurador. Discutiram pinos e preenchimentos, materiais e métodos inerentes a sistemas de pinos, assim como, princípios gerais de formas. Para os autores cada situação clínica requeria avaliação individual, devido ao fato de que nenhum único sistema proveria perfeita solução restauradora para todas circunstâncias clínicas. Advertiram que os clínicos deveriam seguir os princípios básicos enquanto exploravam novos produtos e técnicas.

Nesta mesmo ano, PENE *et al.* (2001), avaliaram o uso de fibras de polietileno e resina composta no reforço de incisivos centrais superiores imaturos. Foram utilizados 26 incisivos centrais superiores hígidos nos quais foram realizados preparos para simular dentes imaturos não vitalizados. Após o preparo os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais sendo estes: 6 dentes não restaurados (controle), 10 dentes restaurados com resina composta e dez dentes restaurados com resina composta e fibras de reforço Connect Reinforcement Ribbon. Foi aplicado carregamento de compressão na face lingual das amostras em ângulo de 130 graus com o longo eixo do dente pela Máquina de Ensaio Instron (modelo TTMBL; Instron Corp., Canton, MA) à velocidade de 5,0 mm/min até a fratura. Os resultados da análise de variância (ANOVA) indicaram existir diferenças significativas entre os grupos ($p \leq 0.003$). O teste de Student-Newman-Keuls demonstrou que o grupo controle teve o menor valor de fratura e a resina composta o maior. Os resultados sugeriram que a resina composta aumentou mais a resistência à fratura de dentes imaturos quando comparadas à resina composta e fibras de reforço. Assim, os autores

concluíram que a resina composta com ou sem fibras de reforço aumentaram a resistência à fratura de dentes imaturos.

4. MATERIAIS e MÉTODO

4.1. MATERIAIS

Para a realização deste trabalho foram selecionados os materiais apresentados no QUADRO 1.

QUADRO 1. Materiais utilizados no ensaio de resistência à fratura de raízes bovinas debilitadas e restauradas com sistemas de retenção intra-radicular e coroa total metálica.

Nome Comercial	Composição	Fabricante
SCOTHBOND MULTI USO – (ADESIVO)	Bis-GMA, HEMA	3M
SINGLE BOND	HEMA, Bis-GMA, ácido poliacenóico, dimetacrilatos, água, etanol.	3M
Z 250	Resina composta fotopolimerizável com 60% em volume de partículas inorgânicas de 0,01 a 3,50µm e matriz orgânica contendo Bis GMA, TEGDMA, UDMA e Bis-EMA	3M
RELY X	Cimento resinoso de duplo sistema de ativação com 67,5% em peso de partículas inorgânicas de zircônia/sílica com tamanho médio de 1,5µm.	3M
RIBBOND	Fibras entrelaçadas de polietileno tratadas com plasma de gás frio.	Ribbon, Inc.
PINO FLEXI-POST	Pino metálico de aço inoxidável, pré-fabricado, rosqueável, paralelo com ápice cônico e bipartido longitudinalmente.	Essencial Dental Systems
LUSCENT ANCHORS	Pino intra-radicular de fibra de vidro	Dentatus
NUCLEOJET	Núcleo pré-moldado em resina composto por policarbonato (Bisfol-A e derivados do ácido carbônico)	Angelus Soluções Odontológicas
DURALAY	Resina acrílica ativada quimicamente.	Reliance Dental MFG.Co
BALKEN	Liga de níquel cromo composto por: Níquel, Cromo, Molibdênio, Silício, Ferro, e Cério.	Balken ®

4.2. MÉTODO

4.2.1. Delineamento Experimental

O fator em estudo foi a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente em sete níveis, sendo cinco experimentais: resina composta e núcleo metálico fundido, pino intra-radicular metálico pré-fabricado – Flexi-Post, fibras de polietileno –Ribbond, Flexi-Post / fibras de polietileno, pino de fibra de vidro -Luscent Anchors e dois controles: raízes não debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido (controle positivo) e raízes debilitadas e restauradas com núcleo metálico fundido (controle negativo). A variável resposta foi a resistência à fratura em quilograma força (kgf), medida em 70 unidades experimentais constituídas por raízes bovinas restauradas com retenções intra-radulares e coroas totais metálicas, em um experimento inteiramente ao acaso.

4.2.2. Seleção dos dentes

Após a extração os incisivos inferiores bovinos foram armazenados em formol a 2% pH 7,0. Em seguida, os mesmos foram raspados com curetas periodontais número 11-12 (Duflex-SS White-Brasil) e limpos com jato de bicarbonato de sódio e água (Profi II-Dabi-Atlante Ltda-Brasil), sendo em seguida armazenados em solução fisiológica a 0,9%.

Feito isto, foram selecionados os dentes com formas e dimensões semelhantes, aferidos através de paquímetro digital (Digimess). Cada dente foi seccionado com disco diamantado de alta concentração - EXTEC DIA WAFER BLADE 4" X .012 X ½ (102mm

X 0.3mm X 127mm) – adaptado em recortadora metalográfica (Imptech PC 10), de modo a se obter um comprimento padronizado de 17mm de raiz.

Realizado o corte, para não se utilizar raízes com diâmetro dos canais radiculares muito discrepantes, e ainda para que todas as raízes tivessem o mesmo padrão de desgaste interno, a ponta diamantada esférica nº 1016HL (KG Sorensen) foi introduzida no canal radicular, sendo selecionadas 70 raízes bovinas nas quais esta não ultrapassasse a profundidade de 8mm, que correspondeu ao primeiro desgaste realizado para simular raízes debilitadas (item 4.2.5). Assim, pôde-se ter a certeza de que o primeiro nível de desgaste em todas as raízes apresentassem o diâmetro correspondente ao da ponta 1016HL. Em seguida, as raízes foram divididas, aleatoriamente, nos diferentes grupos experimentais. (ANEXO 1)

4.2.3. Grupos experimentais

Cada grupo experimental foi constituído por 10 amostras assim restauradas.

Grupo 1 - raízes não debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica (controle positivo).

Grupo 2 - raízes debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica (controle negativo).

- Grupo 3 - raízes debilitadas preenchidas com resina composta e núcleo metálico fundido e coroa total metálica.
- Grupo 4 - raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso, pino metálico pré-fabricado – Flexi-Post - e coroa total metálica.
- Grupo 5 - raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso, fibras de polietileno – Ribbond- e coroa total metálica.
- Grupo 6 - raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso, pino metálico pré-fabricado – Flexi-Post, fibras de polietileno e coroa total metálica.
- Grupo 7 - raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso, pinos de fibra e vidro Luscent Anchors e coroa total metálica.

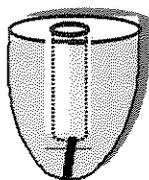
4.2.4. Preparo dos condutos radiculares

Todas as raízes foram tratadas endodonticamente pela técnica da compressão hidráulica (DE DEUS, 1992). Desta forma, a instrumentação dos condutos radiculares foi realizada com brocas Gates Glidden (Maillefer-Dentsply-Brasil) número 4 e 5 no comprimento de 16mm, controlado por cursor. Após a instrumentação o canal foi irrigado com hipoclorito de sódio a 1,0 % e um cone principal de guta percha (Dentsply-Brasil) que travasse na região apical do canal foi selecionado. Feito isso, o cimento obturador à base de

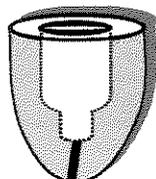
hidróxido de cálcio –Sealer 26 (Dentsply-Brasil) foi espatulado, segundo recomendações do fabricante, e aplicado sobre toda a superfície do cone. A seguir o mesmo foi inserido no canal e um condensador vertical (Golgran Ind. e Com. De Inst. Odontológicos-Brasil) com tamanho compatível ao canal foi aquecido ao rubro em lamparina a álcool, e em seguida posicionado sobre o cone para cortá-lo rapidamente. Após o corte, o remanescente do cone foi pressionado com um condensador de menor diâmetro. Realizada a obturação do canal, as raízes foram limpas com algodão embebido em álcool e rearmazenadas em solução fisiológica a 0,9%.

4.2.5. Raízes debilitadas

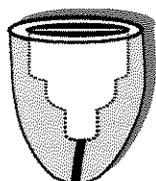
Nos grupos em que as raízes foram debilitadas, os condutos radiculares foram desobturados com broca Gates Glidden nº 4 a uma profundidade de 12mm para que fosse realizado três níveis de desgastes com o intuito de se simular raízes debilitadas (FIG. 1). O primeiro desgaste foi realizado na profundidade de 12mm com ponta diamantada esférica nº 1016HL, o segundo, com 8mm de profundidade - ponta diamantada esférica nº 3017HL e o terceiro com 4mm - ponta diamantada esférica nº 3018HL, ficando as paredes do canal no terço gengival com 0,5mm de espessura em toda periferia do preparo (FIG. 2), de acordo com MARTINS (1995) e MARCHI (1997). A obtenção dessa espessura foi realizada manualmente e controlada através de mensurações com especímetro durante o último desgaste.



1º desgaste – 12,0 mm – ponta diamantada esférica nº 1016HL



2º desgaste – 8,0 mm – ponta diamantada esférica nº 3017HL



3º desgaste – 4,0 mm – ponta diamantada esférica nº 3018HL

FIGURA 1. *Desenho esquemático simulando a confecção de raízes debilitadas*

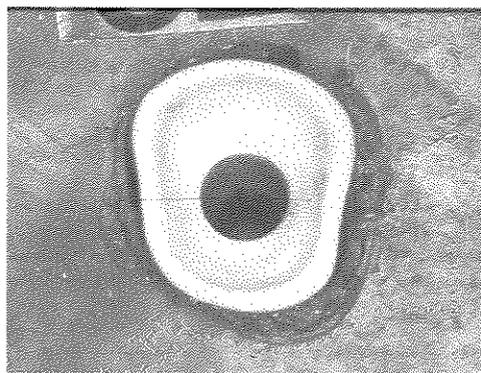


FIGURA 2. *Foto ilustrativa das paredes do canal do terço gengival com 0,5 mm de espessura em toda periferia do preparo.*

4.2.6. Ligamento periodontal

A simulação do ligamento periodontal foi realizada com o material de moldagem a base de poliéter - Impregum – (SCHARNAGL, P.) com espessura variando entre 0,2 a 0,3 mm que corresponde a espessura do ligamento periodontal em um incisivo central humano (COODLIDGE, 1937)

Para o controle da espessura do ligamento periodontal, as raízes receberam marcas situadas a 2mm da margem gengival, a 2mm do ápice radicular e na metade da distância entre as mesmas. Essas marcas foram feitas com uma caneta de retro-projetor-Pilot S.A. A seguir, as dimensões méso-distais e vestibulo-palatais das raízes foram aferidas nestas marcas através de um paquímetro digital (Diginess Ind. e Com. Ltda-Brasil) (ANEXO 2).

Feito isto, as raízes foram imersas através de um movimento que descrevia um arco de parábola em cera rosa número sete (Duradente/USA) (FIG. 3) contida em um recipiente metálico e aquecida à temperatura de 67°C em uma termoplastificadora de godiva (Rigueto & Cia-Brasil). A seguir, as raízes foram imersas em água fria para que a cera se resfriasse e uma nova mensuração na altura das marcas foi realizada para se aferir a espessura da cera - 0,2 a 0,3mm (CARLINI, 1998).

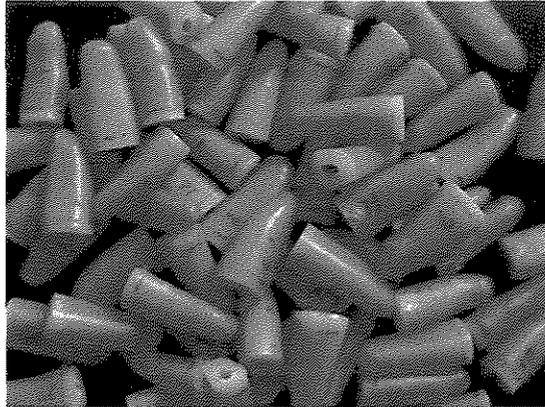


FIGURA 3. *Raízes recobertas com cera*

Rosa número 7.

4.2.7. Inclusão das raízes

Para a inclusão das raízes, as mesmas foram fixadas em um delineador (Bio Art Ltda-Brasil) através de uma broca Gates Glidden (Maillefer-Dentsply-Brasil) que era levemente aquecida e presa no cone de guta percha da embocadura do canal radicular (FIG. 4). A seguir, a platina foi posicionada perpendicularmente ao longo eixo da raiz e sobre a mesma foi adaptado um anel metálico medindo 12mm de diâmetro interno por 15mm de altura. Feito isto, uma película radiográfica com uma perfuração central de 5mm de diâmetro foi posicionada sobre este anel metálico e a haste vertical do delineador foi movimentada para que a raiz ficasse situada no interior da perfuração da película para ser fixada com cera rosa n° 7 aquecida na marca à 2,0 mm do limite gengival (FIG. 5).

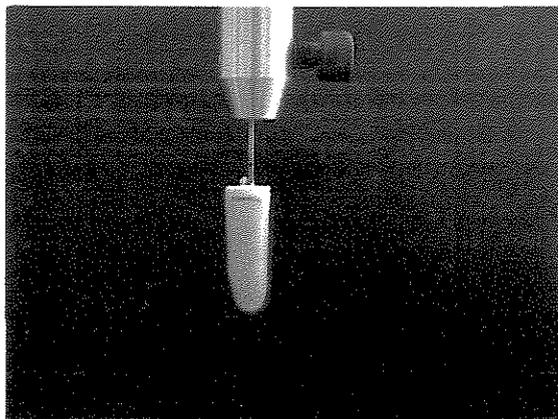


FIGURA 4. *Raiz fixada em delineador através de broca Gates Glidden.*

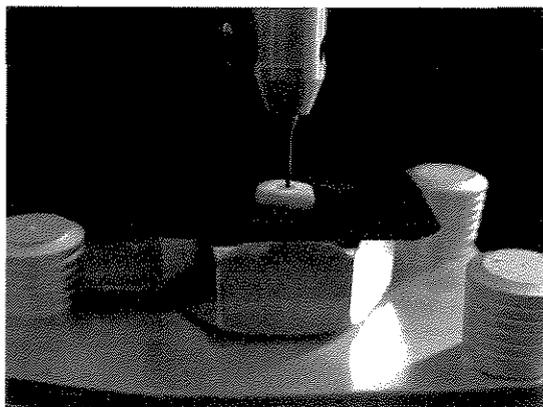
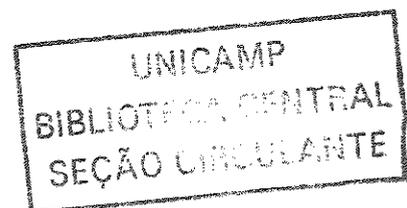


FIGURA 5. *Raiz posicionada no interior da perfuração da película radiográfica e fixa com cera rosa nº 7 aquecida na marca à 2,0mm do limite gengival.*



Após a fixação, o conjunto raiz / película foi removido do delineador e posicionado sobre uma mesa perfurada com a porção radicular voltada para cima. Em seguida, um anel de PVC com 21 mm de diâmetro por 20 mm de altura foi posicionado ao redor da raiz de forma que a mesma ficasse centralizada. As margens do anel foram vedadas com cera 7 e resina de poliestireno foi vertida no interior do mesmo até o total preenchimento. Após a polimerização da resina, a película radiográfica e o anel de PVC foram removidos.

Para simular o ligamento periodontal com o material de moldagem, as raízes foram removidas dos cilindros de resina e a cera da superfície radicular e do alvéolo artificial, no bloco de resina acrílica, foi limpa com água aquecida a 50°C e jato de bicarbonato de sódio. A seguir, as raízes foram polidas com pasta de pedra pomes e água através de escovas de Robbinson.

Uma camada do adesivo do material de impressão foi aplicada em toda a superfície da raiz e no interior do alvéolo artificial. A seguir, o Impregum foi manipulado, de acordo com as recomendações do fabricante, aplicado sobre a raiz e inserido no interior do alvéolo com seringa de moldagem. Feito isto, a raiz foi introduzida na mesma posição no bloco de resina até que a marcação de 2,0mm coincidissem com a superfície do bloco de resina. Após a polimerização todo o excesso do material de moldagem foi removido com uma lâmina de bisturi nº 15.

4.2.8. Núcleo Metálico Fundido

4.2.8.1. Preparo do canal radicular para receber núcleo metálico fundido

Para a confecção do preparo intra-radicular o canal foi desobturado com uma broca Gates Glidden na profundidade de 12mm, que correspondeu a aproximadamente dois terços do comprimento da raiz. A seguir, o preparo intra-radicular foi realizado com ponta diamantada nº 4138 (KG Sorensen), em baixa rotação, no mesmo comprimento da desobturação tomando-se o cuidado de eliminar apenas as retenções das paredes internas do canal.

4.2.8.2. Confecção do padrão de resina

Para as confecções dos padrões em resina dos núcleos metálicos fundidos foi utilizado o sistema NucleoJet (Angelus). Assim, os preparos radiculares receberam uma fina camada de vaselina pastosa e a seguir a porção radicular do núcleo de policarbonato foi reembasada com resina acrílica –Duralay- modelando o interior do canal radicular. Após a polimerização a parte coronária do NucleoJet foi posicionada. Obtidos os núcleos em resina, os mesmos tiveram os excessos removidos com broca de carboneto de tungstênio 1510 (Edenta AG- Brasil) e foram incluídos em revestimento para a fundição.

4.2.8.3. Fundição dos núcleos metálicos fundidos

Para cada ciclo de fundição, foram incluídos três padrões em resina acrílica em revestimento rápido de alta fusão Heat Shok (Polidental-Brasil) contido em anel de silicone. O canal de alimentação foi formado através de um fio de cera número S.4,0 (Cerafix Ind. e Com. De Art. Odontológicos-Brasil) posicionado na face palatal da porção coronária do padrão em resina acrílica. A seguir, o conjunto foi removido do anel e levado ao forno (Bravac), onde permaneceu por 180 minutos a uma temperatura de 900°C. Decorrido este período de tempo, a liga de níquel-cromo foi fundida com a utilização de maçarico acetileno/oxigênio (EDG-Brasil) e a centrífuga acionada.

Após a fundição, os núcleos metálicos fundidos foram removidos do revestimento, e as porções coronárias foram acabadas e polidas com pedra montada e ponta de borracha abrasiva (Vicking-KG Sorensen). A adaptação dos núcleos às raízes foi aferida visualmente.

4.2.8.4. Cimentação dos núcleos metálicos fundidos

A cimentação dos núcleos metálicos fundidos foi realizada com cimento de fosfato de zinco, manipulado de acordo com recomendações do fabricante. Após a espatulação o mesmo foi levado ao canal através de Lentulo (Mailleifer-Dentsply-Brasil). A seguir, o núcleo foi posicionado e mantido sob pressão digital durante quatro minutos. Decorrido esse período os excessos foram removidos com cureta (Duflex-SS White-Brasil).

Feito isto, foi aguardado vinte e quatro horas, e o término do preparo foi confeccionado em ombro (SHILLINGBURG *et al.*, 1986) através da ponta diamantada 1095 (KG Sorensen), em alta rotação.

4.2.9. Preenchimento das raízes debilitadas com resina composta

Após o condicionamento ácido da dentina radicular com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavagem com jato de água por 30s e secagem com cones de papel absorvente, o sistema adesivo Single Bond foi aplicado de acordo com as recomendações do fabricante. A inserção da resina composta Z 250 foi feita incrementalmente com camadas de no máximo 2,0 mm (FIG. 6a). Cada porção foi fotoativada através de uma fonte de luz com lâmpada halógena (450 mW/cm^2) por 20s (XL-3000 / 3M do Brasil). Após o preenchimento da porção debilitada da raiz (FIG. 6b), o preparo do canal radicular (FIG. 6c) foi realizado com a ponta diamantada nº 4138 como descrito no item 4.2.8 e o núcleo metálico fundido foi modelado e fundido como descrito nos itens 4.2.9 e 4.2.10.

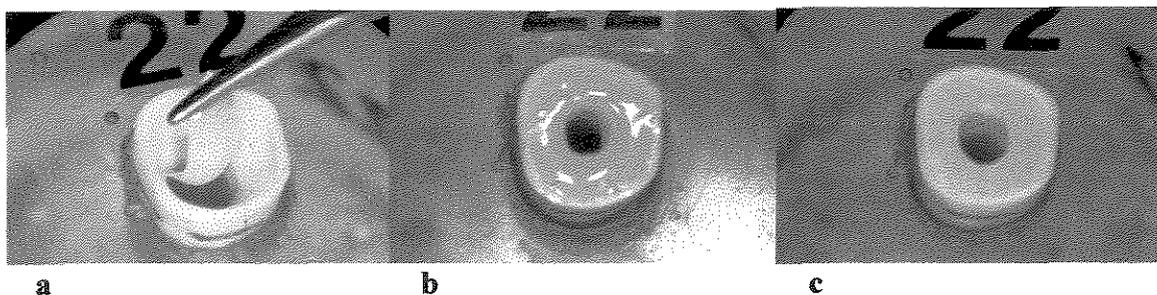


FIGURA 6. a) *Inserção em incrementos da resina composta Z 250.* b) *porção debilitada da raiz preenchida.* c) *canal radicular preparado*

4.2.10. Pino pré-fabricado – Flexi-Post

A instalação dos pinos deste sistema foi realizada com a utilização do conjunto número 3 do sistema Flexi-Post seguindo as instruções do fabricante. Assim, o canal foi desobturado com broca Gates Glidden nº 5 no comprimento de 15mm e as brocas do sistema foram inseridas em movimento único em baixa rotação. A seguir, as roscas foram confeccionadas através do próprio pino adaptado a chave fornecida pelo fabricante. Para se minimizar as tensões geradas durante a confecção das roscas o pino foi removido a cada volta completa para a retirada, através de jato de ar, de raspas de dentina depositadas tanto no pino quanto no canal radicular. Feito isto, o canal foi lavado com ar/água da seringa tríplice e secado para que fosse realizada a cimentação do pino com o agente de cimentação resinoso – Rely X (3M).

A aplicação do sistema adesivo foi realizado como no item 4.2.12. Ou seja, condicionamento ácido da dentina radicular com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavagem com jato de água por 30s, secagem com cones de papel absorvente e aplicação do adesivo Single Bond, de acordo com as recomendações do fabricante. A seguir, três porções do agente de fixação resinoso dual –Rely X- foram dispensadas e manipuladas em bloco de papel impermeável para que fosse depositado no interior do preparo intra-radicular através de Lentulo (Mailleifer-Dentsply-Brasil). O pino foi imediatamente rosqueado e todo conjunto fotoativado através de uma fonte de luz com lâmpada halógena (450 mW/cm^2) por 40s em cada face da raiz.

Em seguida, pequenos incrementos de resina composta Z 250 de no máximo 2,0mm foram depositados em volta da porção coronária do pino e fotoativados por 20s.

Para a padronização da porção coronária dos pinos pré-fabricados, a porção coronária do sistema NucleoJet foi fixada em base cilíndrica de resina acrílica com aproximadamente 7,0mm de diâmetro. A seguir esse conjunto foi moldado com material de moldagem – Impregum – e duplicados em resina acrílica - Duralay. Feito isto, os modelos foram posicionados em plastificadora a vácuo (Plastivac-P7/Bio art-Brasil) para que uma placa de acetato fosse aquecida, plastificada e conduzida em direção aos modelos, enquanto o vácuo foi acionado. Dessa forma, obteve-se, após o recorte, matrizes com o mesmo tamanho e forma dos núcleos metálicos fundidos, e em seguida essas matrizes foram preenchidas com resina composta Z 250 e posicionadas sobre as porções coronárias das retenções intra-radicares (FIG. 7). Feito isto, as matrizes foram mantidas sob pressão digital, os excessos foram removidos e foi realizada a fotoativação por 20 segundos em cada face. Após a polimerização, a matriz foi removida e o término do preparo foi confeccionado em ombro (SHILLINGBURG *et al.*, 1986) através da ponta diamantada 1095 (KG Sorensen), em alta rotação.

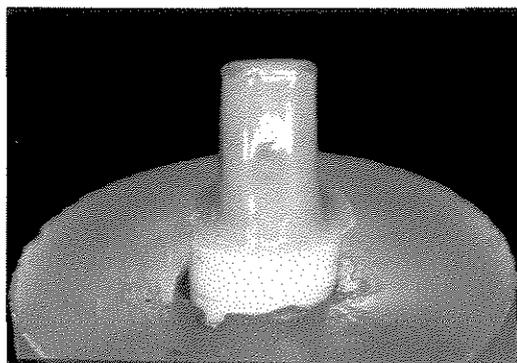


FIGURA 7. *Matriz preenchida com resina composta Z 250 e posicionada sobre as porção coronária da retenção intra-radicular.*

4.2.11. Retenção intra-radicular com fibra de polietileno – Ribbond

Para a confecção da retenção intra-radicular com Ribbond uma tira do Ribbond, medindo 30mm de comprimento, foi cortada com a tesoura fornecida pelo fabricante. Sobre a mesma foi aplicado o adesivo - frasco 2 - do sistema Scotchbond Multi-Usado, segundo as recomendações do fabricante do Ribbond, e os excessos do adesivo foram removidos através de gazes. A aplicação do sistema adesivo no canal radicular foi realizada como no item 4.2.12. A seguir, o cimento resinoso dual –Rely X- foi espatulado e depositado no interior do canal através de lentulo. Feito isto, a tira da fita Ribbond foi inserida no canal com o auxílio de um calcador tipo Paiva nº 1 posicionado na metade do comprimento da mesma (FIG. 8). Desta forma, a fita Ribbond preencheu toda a extensão do canal radicular,

e além disso, foi tomado o cuidado para que aproximadamente 3mm de fita permanecesse acima do limite gengival da raiz para servir como retenção da porção coronária do núcleo de preenchimento. Todo o conjunto foi fotoativado através de uma fonte de luz com lâmpada halógena (450 mW/cm^2) por 40s.

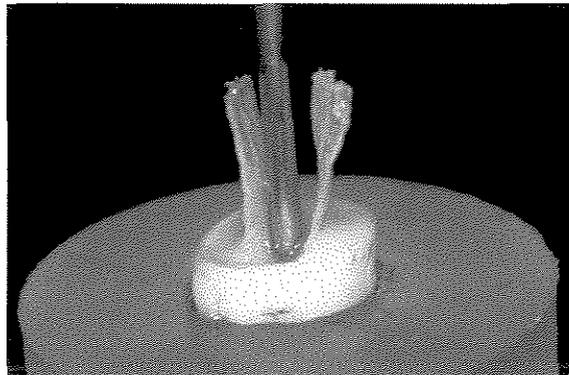


FIGURA 8. *Tira da fita Ribbon sendo inserida no canal com o auxílio de um calcador tipo Paiva n° 1 posicionado na metade do comprimento da mesma*

A confecção da porção coronária desse sistema foi realizada de maneira semelhante ao do pino Flexi-Post, ou seja pequenas porções da resina composta Z 250 foram inseridas incrementalmente ao redor da fita de Ribbon e, a seguir a matriz de acetato foi preenchida com o compósito e posicionada sobre a porção coronária da fibra. Os excessos foram removidos e cada face fotoativada por 20s. Após a polimerização, a matriz

foi removida e o término do preparo foi confeccionado em ombro como descrito no item 4.2.13.

4.2.12. Pino Flexi-Post e fibras de polietileno - Ribbond

Para a instalação deste conjunto os condutos radiculares foram desobturados com brocas Gates Gliden nº 5 e preparados, em baixa rotação, com brocas do sistema Flexi-Post como descrito no item 4.2.13. As roscas foram confeccionadas com o próprio pino adaptado à chave fornecida pelo fabricante. Feito isto, o canal foi lavado com ar/água da seringa tríplice e secado para que fosse realizada a cimentação do pino Flexi-Post / Ribbond. O condicionamento ácido do canal radicular e aplicação do sistema adesivo, foram realizados segundo recomendações do fabricante (item 4.2.12.), o cimento resinoso Rely X foi espatulado e inserido no interior do canal radicular através de lentulo. Antes da instalação do pino, uma tira da fita Ribbond de 30mm foi preparada como descrito no item 4.2.14 e inserida concomitantemente com o pino no interior do canal radicular (FIG. 9). O excesso de fibra que permaneceu além da porção gengival da raiz foi posicionada ao redor do pino na região debilitada da raiz. A seguir todo o conjunto foi fotoativado através de uma fonte de luz com lâmpada halógena (450 mW/cm^2) por 40s.

A porção coronária e o respectivo preparo foram conduzidos como descrito no item 4.2.12.

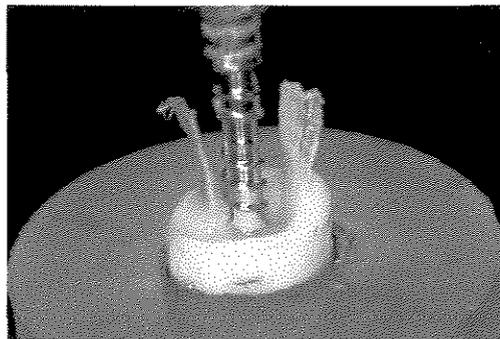


FIGURA 9. *Tira da fita Ribbond sendo inserida concomitantemente com o pino no interior do canal radicular*

4.2.13. Pino Luscent Anchors

Para a instalação deste sistema de retenção intra-radicular, as raízes foram preparadas, em baixa rotação, para receberem a instalação do pino médio do sistema Luscent Anchors com a broca fornecida pelo fabricante. Em seguida, o canal foi lavado com ar/água da seringa tríplice e secado para que fosse realizada a cimentação do pino Luscent Anchors. O condicionamento ácido do canal radicular e a aplicação do sistema adesivo foram realizados, segundo recomendações do fabricante. Feito isto, o cimento resinoso Rely X foi espatulado e inserido com o auxílio de lentulo. A seguir, o pino Luscent Anchors previamente limpo com álcool e secado com jato de ar foi introduzido e centralizado no canal radicular. Após a instalação todo o conjunto foi fotoativado através de uma fonte de luz com lâmpada halógena (450 mW/cm^2) por 40s.

A confecção da porção coronária e preparo desse sistema foram realizados de maneira semelhante ao item 4.2.12.

4.2.14. Confecção de coroas totais metálicas

Para a padronização de coroas totais metálicas foi utilizada a matriz em silicone para confecção de coroas provisórias (Permant Crowns/Den-provi-Brasil)-Duralay. Assim, a resina acrílica foi manipulada e vertida no casulo para incisivos centrais tamanho A₂. A seguir, o modelo de preparo correspondente a esse tamanho foi posicionado e, após a polimerização da resina e remoção dos excessos, cada coroa foi reembasada na respectiva porção coronária da retenção intra-radicular através da técnica do pincel e os excessos foram removidos com broca de carboneto de tungstênio 1510.

Uma concavidade correspondente à metade da ponta ativa de uma broca de aço número 8 (Edenta AG-Brasil) (FIG 10) foi confeccionada na região de cingulo para que a ponta compressora da Máquina de Ensaio Universal se encaixasse e não deslizesse sobre a superfície palatina da coroa durante a realização do teste de compressão.

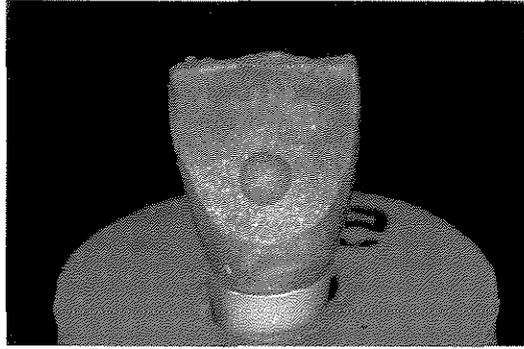


FIGURA 10. *Concavidade confeccionada na região de cintura*

4.2.15. Fundição das coroas totais metálicas

Antes da inclusão em revestimento foi realizado o selamento do término gengival das coroas em resina acrílica com cera na cor azul (Thowax-Suíça).

As fundições das coroas totais metálicas foram realizadas de maneira semelhante à dos núcleos metálicos fundidos descrita no item 4.2.10. Assim, para cada ciclo de fundição, três padrões em resina acrílica foram incluídos em revestimento rápido de alta fusão Heat Shok contido em anéis de silicone. O canal de alimentação foi formado através de um fio de cera número S.4,0 previamente posicionado no padrão de resina acrílica. A seguir, o conjunto foi removido do anel e levado ao forno, onde permaneceu por 180 minutos a uma temperatura de 900°C. Decorrido este período de tempo, a liga de

níquel-cromo foi fundida com a utilização de maçarico acetileno/oxigênio (EDG-Brasil) e a centrífuga acionada.

Após a fundição, as bolhas positivas foram removidas com ponta diamantada 1011 (KG Sorensen-Brasil) e as coroas acabadas e polidas com pedra montada e ponta de borracha abrasiva. A adaptação das coroas às raízes foi aferida visualmente antes da cimentação.

4.2.16. Cimentação das coroas totais metálicas

A cimentação das coroas totais metálicas foi realizada com cimento de fosfato de zinco. Assim, o mesmo foi dispensado em placa de vidro com 20mm de espessura e espatulado de acordo com recomendações do fabricante. Após a espatulação, o material foi depositado nas paredes internas da coroa através de uma espátula de inserção número 1 (Duflex-SS White-Brasil). A seguir, a coroa foi posicionada e mantida sob pressão digital por 4 minutos. Decorrido esse período de tempo, os excessos foram removidos com cureta (Duflex-SS White-Brasil).

4.2.17. Ensaio de resistência à fratura

Após a cimentação as amostras foram mantidas em estufa a 37°C e 100% de umidade relativa durante uma semana (GLUSKIN *et al.*, 1995).

O ensaio de resistência à fratura foi conduzido em Máquina Universal de Ensaio - Instron - modelo 4411, com célula de carga de 500Kg, à velocidade de 0,5 mm/min. Para isso, os corpos-de-prova foram posicionados em um suporte metálico de aço inoxidável com 70 mm de altura, 70 mm de largura e 70 mm de profundidade, contendo um plano inclinado de 45° em relação à base e uma cavidade cilíndrica com 21 mm de diâmetro por 20 mm de profundidade onde foram posicionados os corpos-de-prova (FIG. 11). Este suporte possibilitou que o carregamento tangencial de compressão fosse aplicado em ângulo de 135° em relação ao longo eixo da amostra (MOYERS, 1975). Os dados obtidos no ensaio de resistência à fratura foram anotados e tabulados (ANEXO 3).

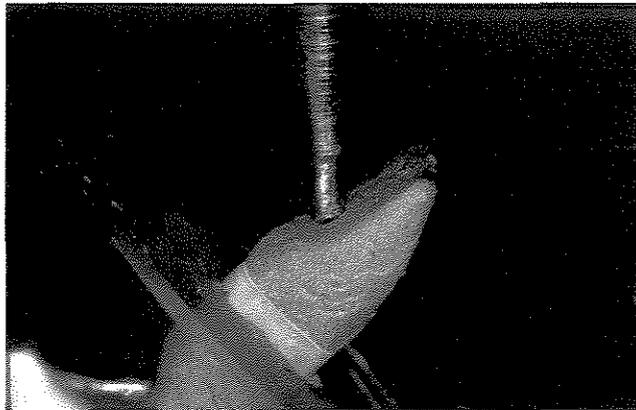
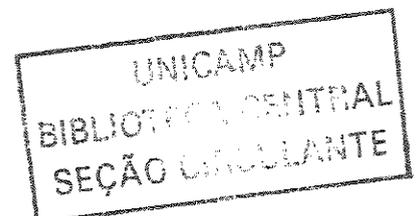


FIGURA 11. *Corpo-de-prova posicionado em suporte Metálico de aço inoxidável com plano inclinado de 45°.*



4.2.18. Análise estatística

Os valores obtidos foram analisados estatisticamente empregando-se a Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey em nível de 5% de significância.

TABELA 1. Delineamento estatístico para o ensaio de resistência à fratura de diferentes sistemas de retenções intra-radiculares associados a coroas totais metálicas.

Fonte de variação	Graus de liberdade
TRATAMENTOS	6
RESÍDUO	63
TOTAL	69

5. RESULTADOS

Os dados obtidos no ensaio de resistência à fratura foram submetidos ao tratamento estatístico em um delineamento totalmente casualizado. A análise de variância (ANEXO 4) apresentou F igual 4,60 significativo ao nível de 5% de probabilidade e coeficiente de variação igual a 30,72%.

No entanto, foi realizada a análise exploratória dos dados para se avaliar as pressuposições do modelo (Teste de Levene) que demonstrou problema de escala da variável resposta, indicando a necessidade de transformação logarítmica dos dados originais na base 10, que corrigiu o problema. Após a transformação matemática foi realizado nova análise de variância e seu resultado é apresentado na TAB. 2.

TABELA 2. Análise de Variância para a variável resistência à fratura com transformação logarítmica na base 10 dos dados originais.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados médios	Valor de F	PR>F
Tratamentos	6	0.48508487	0.08084748	4.38	0.0009
Resíduo	63	1.16392284	0.01847497		
Total	69	1.64900771			

Coeficiente de variação = 7.301206

Essa análise apontou F igual a 4,38 significativo ao nível de 5% de probabilidade e coeficiente de variação igual a 7,30%. Para melhor evidenciar esse resultado foi aplicado o teste de Tukey (TAB. 3 e FIG. 12). Para a tomada de decisões também foi adotado o nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3. Teste de comparação de médias através do teste de Tukey

Grupos	Repetições	Média	Desvio Padrão	Tukey*
G1	10	106,12	28,4444677	A
G3	10	90,41	25,7511398	A b
G4	10	75,01	26,8858625	A b c
G2	10	74,68	11,1721577	A b c
G6	10	70,73	26,9588560	b c
G7	10	65,93	25,3008440	b c
G5	10	58,08	16,1107320	c

Diferença mínima significativa = 0,1888

* Letras Iguais indicam semelhança estatística ao nível de 0.05 de probabilidade

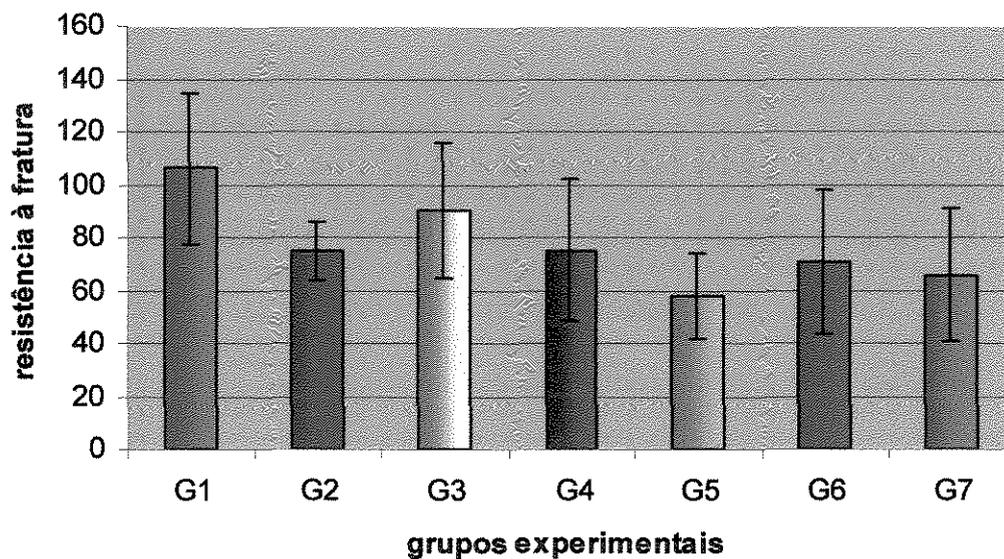


FIGURA 12. Representação gráfica das médias de resistência à fratura para os para os grupos experimentais.

- G1. raízes não debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido (controle positivo).
- G2. raízes debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido (controle negativo).
- G3. raízes debilitadas preenchidas com resina composta e núcleo metálico fundido.
- G4. raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso, pino Flexi-Post.
- G5. raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso e Ribbond.
- G6. raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso, pino Flexi-Post/Ribbond.
- G7. raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso, pinos Luscent Anchors.

O resultado do Teste de Tukey apontou que a maior média de resistência à fratura foi apresentado pelo grupo de raízes não debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica (controle positivo), porém esse grupo não apresentou diferença estatística significativa dos grupos raízes debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica (controle negativo); raízes debilitadas preenchidas com resina composta e núcleo metálico fundido e restauradas com coroa total metálica; raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso e pino metálico pré-fabricado – Flexi-Post - e restauradas com coroa total metálica.

O controle negativo que consistia de raízes debilitadas restauradas com núcleo metálico fundido e coroa total metálica não apresentou diferença estatística significativa dos grupos de raízes debilitadas preenchidas com resina composta e núcleo metálico fundido e restauradas com coroa total metálica; raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso e pino metálico pré-fabricado – Flexi-Post - e restauradas com coroa total metálica; raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso, pino metálico pré-fabricado – Flexi-Post - e fibras de polietileno e restauradas com coroa total metálica; raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso e pinos Luscent Anchors e restauradas com coroa total metálica. A menor média de resistência à fratura foi apresentada pelo grupo constituído por raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso e fibras de polietileno –Ribbond- e restauradas com coroa total metálica.

6. DISCUSSÃO

Os dentes tratados endodonticamente apresentam maiores índices de fraturas quando comparados a dentes polpados. Essas fraturas são atribuídas a alterações estruturais tais como perda de umidade, mudanças na arquitetura e morfologia do dente, natureza da dentina e alterações na malha de colágeno, que resultam na redução da resistência e flexibilidade do remanescente dental (GUTMANN, 1992)

A princípio os pinos intra-radulares foram utilizados na restauração de dentes com tratamento endodôntico com o objetivo de promover retenção ao material restaurador e proteger ou reforçar a estrutura dental contra carregamentos intra-orais, distribuindo-as através da dentina radicular para os tecidos de suporte, assim como dispersando-as ao longo da raiz para prevenir fraturas (ASSIF & GORFIL, 1994; YAMAN *et al.*, 1998).

Entretanto, quando um carregamento é aplicado na face palatal do dente ocorrem concentrações de tensões no terço cervical da dentina radicular. As tensões são maiores nas superfícies externas e decrescem a zero no centro do canal. Portanto, a utilização de núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados não pode ser considerada como forma de reforço, pois o centro da raiz é uma área neutra em relação à concentração de forças (ASSIF & GORFIL, 1994). Assim, quando a coroa anatômica for suficientemente preservada possibilitando a retenção do material restaurador os pinos intra-radulares não são necessários (ASSIF *et al.*, 1993; MANNING *et al.*, 1995), pois a instalação de núcleos

metálicos fundidos ou pinos pré-fabricados enfraquece os dentes (KAHN *et al.*, 1996; TROPE *et al.*, 1985), tornando-os mais susceptíveis a fraturas radiculares verticais (MORFIS, 1990; KAHN, *et al.*, 1996).

O principal fator para o enfraquecimento e fratura do dente é a perda de estrutura dental (SORNKUL & STANNARD, 1992), pois a remoção de estruturas anatômicas de reforço como cristas marginais e pontes de esmalte resultam em diminuição de cerca de 63% da resistência do dente, enquanto que o acesso e tratamento endodôntico diminuem em aproximadamente 5%, sendo que esse decréscimo de resistência é atribuído principalmente à remoção de estrutura dentinária durante a cirurgia de acesso aos canais radiculares (REEH *et al.*, 1989).

A observação que as estruturas dentais reforçam o dente também é válida para o remanescente radicular, pois a presença de cáries, preparos inadequados dos canais (MORGANO, 1996; SAUPE *et al.*, 1996; KIMMEL, 2000), assim como características anatômicas, e invaginações das paredes proximais (GLUSKIN, *et al.*, 1995) contribuem para o enfraquecimento da raiz e comprometem o prognóstico da restauração de dentes despulpados. Dessa forma, clinicamente, devemos preservar ao máximo estrutura dental sadia não desgastando demasiadamente as paredes internas do canal radicular durante o preparo para a instalação de meios adicionais de retenção tais como núcleo metálico fundido e pinos pré-fabricados.

Os resultados obtidos por este estudo estão de acordo com esta afirmativa, pois o grupo de raízes não debilitadas, restauradas com núcleo metálico fundido e coroas totais

metálicas - controle positivo - apresentou a maior média de resistência à fratura. Esse resultado pode ser atribuído ao cuidado tomado durante o preparo do canal, uma vez que somente as partes retentivas foram removidas para conferir ligeira expulsividade às paredes do mesmo para que o padrão em Duralay pudesse ser modelado para a confecção dos núcleos metálicos fundidos.

Por outro lado, a ocorrência de situações clínicas em que as raízes já se apresentam debilitadas, portanto com maiores riscos de sofrerem fraturas, levou a busca de materiais e técnicas restauradoras que promovessem o reforço da estrutura dental remanescente, uma vez que esses dentes devem ser restaurados através de procedimentos que devolvam sua função e os protejam de cargas mastigatórias (MORGANO & BRACKET, 1999)

Uma forma de se restabelecer a resistência do elemento dental baseia-se na técnica adesiva. A evolução dos sistemas adesivos proporcionou a possibilidade de reforço interno das raízes pela união entre o remanescente dental e a resina composta através da camada híbrida (NAKABAYASHI & PASHLEY, 2000), fazendo com que a mesma pudesse ser utilizada como dentina artificial em raízes debilitadas (SAUPE *et al.*, 1996; TROPE *et al.*, 1985). Essa capacidade dos compósitos odontológicos foi evidenciada pelos resultados desse estudo, em que o grupo de raízes debilitadas restauradas com resina composta e núcleo metálico fundido não apresentou diferença estatística significativa do controle positivo, comprovando a indicação do preenchimento da porção interna de raízes debilitadas sugeridas por SORNKUL & STANNARD (1992); LUI (1994); MARTINS

(1995). Essa indicação está baseada nas propriedades mecânicas desse material como o módulo de elasticidade e resiliência que por serem próximos ao da estrutura dental absorveram o carregamento mecânico durante o ensaio de resistência à fratura tendo a resina composta a função de uma dentina artificial reforçando o remanescente radicular.

Com base nos resultados obtidos com o grupo controle e o restaurado com resina composta e núcleo metálico fundido poderia ser inferido que o grupo controle negativo constituído por raízes debilitadas e núcleo metálico fundido apresentasse os menores valores de resistência à fratura. Porém, a média de resistência desse grupo não apresentou diferença estatística significativa do grupo controle positivo. Esse fato pode ser atribuído à adaptação do núcleo às paredes do canal radicular, corroborando com o trabalho de SORENSEN & ENGELMAN (1990a), no qual o formato cônico do núcleo metálico fundido propiciou adaptação máxima às paredes do canal radicular e aumentou significativamente a resistência à fratura das amostras. Outro aspecto a ser destacado é que neste estudo, assim como no de SORENSEN & ENGELMAN (1990a), o carregamento foi aplicado continuamente até que ocorresse a fratura da amostra. Esse tipo de ensaio favorece as amostras que possuem boa adaptação com as paredes do canal radicular fazendo com que raiz e núcleo ajam como um só corpo. Por esse motivo, esse resultado não deve ser correlacionado diretamente com a situação clínica, pois na cavidade bucal os carregamentos são de baixa intensidade e alta frequência favorecendo os materiais mais resilientes.

A média dos resultados apresentados pelas amostras do grupo restaurado com pinos Flexi-Post, embora menor, não apresentou diferença estatística significativa do grupo

controle positivo. Esse resultado pode ser atribuído a configuração de superfície do sistema de pinos intra-radulares, uma vez que pinos paralelos rosqueáveis de extremidade cônica tem apresentado bons resultados devido a distribuição mais uniforme das tensões no canal radicular (ROLF *et al.*, 1992; THORSTEINSSON *et al.*, 1992). Essas tensões são distribuídas principalmente ao redor das flanges, onde as roscas se embutem nas paredes (THORSTEINSSON *et al.*, 1992). Neste estudo, os pinos Flexi-Post foram ancorados ativamente, isto é, através das roscas no terço apical e parte do terço médio das raízes, pois o diâmetro do pino era maior do que o primeiro preparo realizado para debilitar a raiz. Assim, pela sua adaptação às paredes do canal radicular através das roscas, o pino Flexi-Post distribuiu o carregamento mecânico ao longo da raiz a partir da metade do terço médio, aumentando a resistência à fratura das raízes debilitadas.

Levando-se em consideração o que foi discutido até o momento seria lícito esperar que os grupos de raízes debilitadas restauradas com pino pré-fabricado Flexi-Post / Ribbond, pino Luscent Anchors e Fibras de polietileno Ribbond apresentassem melhores resultados de resistência à fratura com comportamento semelhante ao grupo controle positivo. Entretanto os resultados obtidos não comprovaram essa expectativa.

A análise dos resultados do grupo restaurado com pino pré-fabricado Flexi-Post / Ribbond apresentou menor média, com diferença estatística significativa do grupo controle positivo. A colocação dessas fibras de polietileno juntamente com o pino Flexi-Post teria a função de preencher as porções debilitadas das raízes. Dessa forma, as mesmas

promoveriam melhor adaptação do pino às paredes do conduto aumentando a resistência à fratura das amostras. Porém, esse reforço não foi comprovado pelos resultados.

A diminuição dos valores pode ser atribuída a tensões adicionais que as fibras geraram durante o rosqueamento do pino, uma vez que no preparo do conduto radicular nenhum desgaste adicional foi realizado para compensar a espessura da fibra. Assim, durante a instalação dos pinos foi notado que os mesmos penetravam mais justos às paredes do canal radicular, bem como foi necessária a aplicação de maior força para que o mesmo fosse rosqueado na dentina. As tensões geradas durante a instalação do pino Flexi-Post / Ribbond podem ter criado trincas superficiais na raiz diminuindo a resistência à fratura das amostras. Esse comportamento também foi observado por SIRIMAI *et al.* (1999), que compararam a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com sistemas de pinos associados a fibra de polietileno Ribbond com dentes restaurados com sistemas de pinos convencionais. Esses autores verificaram que o uso de pino pré-fabricado de menor diâmetro combinado com a fibra de polietileno apresentou média de resistência à fratura menor quando comparado ao grupo restaurado com núcleo metálico fundido. Cabe ressaltar que os autores mencionados utilizaram pinos passivos e as raízes não foram debilitadas

Os resultados do grupo restaurado com pino de fibra de vidro Luscent Anchors demonstrou média inferior com diferença estatística significativa quando comparado ao grupo controle positivo. Além do fator estético, esses pinos apresentam como característica principal o módulo de elasticidade de 40 GPa sendo entre os sistemas de retenção intra-

radicular o que mais se aproxima ao da dentina 18,6 GPa (MARTELLI, 2000). Por apresentarem menor rigidez, esperava-se que os pinos Luscent Anchors absorvessem as tensões resultantes do carregamento mecânico e protegessem o remanescente radicular. Somado ao baixo módulo de elasticidade do pino de fibra de vidro, quando comparado a pinos metálicos 210 GPa (MARTELLI, 2000), esperava-se que a grande quantidade de agente de fixação resinoso que envolveu os pinos de fibra de vidro para compensar a desadaptação nas porções debilitadas da raiz, também reforçasse o remanescente radicular absorvendo as forças resultantes do carregamento, dessa forma, o cimento agiria como um dissipador de tensões devido a resiliência dos compósitos (SAUPE *et al.*, 1996; NASH, 1998). Entretanto, os resultados obtidos não comprovaram essa expectativa. A incapacidade do sistema Luscent Anchors em reforçar a estrutura dental remanescente pode ser atribuída a limitações do agente de fixação resinoso. Esses agentes de fixação resinosos são constituídos, assim como as resinas compostas, por uma matriz resinosa de monômeros metacrilatos como Bisfenol A–metacrilato de glicidila (Bis-GMA) ou uretano-dimetacrilato (UEDMA), somado a monômeros de baixo peso molecular como o trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA) e hidroxietil-metacrilato (HEMA) e partículas de carga (GÓES, 1998). O alto volume de carga apresentado por esses agentes confere ao material propriedades mecânicas comparáveis aos compósitos restauradores. Assim, seria esperado propriedades de resistência à fratura semelhantes aos compósitos.

O compósito Rely X utilizado neste estudo é composto, segundo seu fabricante, pelo bisfenol A diglicidil eter dimetacrilato (Bis-GMA) e trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA), 67,5% em peso de partículas inorgânicas de zircônia/sílica com tamanho

médio de 1,5 μ m, e por um polímero derivado do dimetacrilato que modifica a reologia do material e permite uma melhora nas características de manipulação e facilidade de limpeza.

A adição de maior quantidade de diluentes como o TEGDMA à matriz resinosa extremamente viscosa de Bis-GMA confere ao compósito suficiente escoamento para exercer a função de cimentação, assim como facilita a incorporação de maior quantidade de carga à matriz resinosa aumentando suas propriedades mecânicas. Além desses fatores, o TEGDMA permite que maior número de ligações cruzadas ocorram na reação entre as cadeias poliméricas, resultando em uma matriz mais resistente à degradação. Por outro lado, a adição de TEGDMA favorece uma maior contração de polimerização (ANUSAVICE, K. J., 1998). Essa maior contração do cimento pode ter influenciado os resultados obtidos com os pinos Luscent Anchors pela dificuldade de se compensar através da técnica de cimentação essa característica inerente ao compósito .

Clinicamente, a contração de polimerização é contornada através da inserção incremental de pequenos volumes de material, tomando-se o cuidado de não se unir mais do que duas paredes para que o fator de configuração cavitária não seja alto (DAVIDSON, 1986). O fator de configuração de cavidade é definido como a proporção entre superfície aderida e superfície livre de resina (DAVIDSON, 1986). Porém, a técnica de cimentação de pinos pré-fabricados intra-radiculares impossibilita que o compósito permaneça em contato com um menor número de paredes, uma vez que o cimento é inserido em incremento único. Assim, o modo de inserção do agente de fixação resinoso pode ter resultado em maior

competição entre a resistência de união na interface adesivo / dente e a tensão gerada durante a contração de polimerização. Dessa forma, rupturas da união entre o cimento e a estrutura dental podem ter ocorrido. Essas rupturas provavelmente não permitiram que o agente de fixação resinoso agisse como dentina artificial conferindo menores valores de resistência à fratura às amostras restauradas com o pino Luscent Anchor.

Outro fato a ser destacado é o grau de conversão de monômeros em polímeros apresentado pelo agente de fixação resinoso. O cimento Rely X utilizado neste estudo apresenta duplo sistema de ativação, ou seja, os monômeros são polimerizados por ativação química e física. A ativação química é obtida através da reação do peróxido de benzoíla presente na pasta B com aminas terciárias da pasta A. A mistura desses componentes gera radicais livres que irão romper a dupla ligação de carbono ($C=C$) iniciando a reação de polimerização. Já a ativação física é obtida através de fotoiniciadores que, quando expostos a luz visível com comprimento de onda entre 400 e 500 nanômetros, liberam radicais livres que também rompem a ligação $C=C$ e iniciam a polimerização do material (ANUSAVICE, K. J., 1998).

Embora o Rely X apresente as duas formas de polimerização, a ativação química de materiais de dupla polimerização não suplementa a ausência da luz (SOUZA Jr. *et al.*, 2001). Dessa forma, o grau de conversão nas regiões apicais do canal pode ter sido menor tendo como consequência menores propriedades mecânicas impedindo que o cimento resinoso exercesse a função de dentina artificial. Dessa forma, pelo que foi

exposto, as características de inserção e fotoativação do agente de fixação resinoso Rely X, podem explicar o comportamento das amostras restauradas com os pinos Luscent Anchors.

O grupo constituído por raízes debilitadas preenchidas com cimento resinoso e fibras de polietileno – Ribbond - apresentou a menor média de resistência à fratura concordando com os resultados obtidos por SIRIMAI *et al.* (1999); PENE *et al.* (2001). O Ribbond consiste em fibras de polietileno tratadas com plasma de gás frio para permitir um completo molhamento e infusão das fibras pela resina e promover uma área de contato maior para aumentar a adesão com qualquer sistema de material restaurador (TERRY *et al.*, 2001). Esse material apresenta elevada resistência à tração, módulo de elasticidade em torno de 171 GPa e alta resistência à fratura (RUDO, 1998). Dessa forma, a grande rigidez das fibras de polietileno após a polimerização, pode ter transferido as tensões geradas durante o carregamento diretamente às paredes do canal radicular resultando nos menores valores obtidos pelas amostras desse grupo. Por outro lado, a quantidade de agente de fixação resinoso que envolveu o conjunto não foi capaz de reforçar o remanescente radicular pelas razões expostas anteriormente.

Embora o ensaio de resistência à fratura empregado neste estudo não reproduza as condições clínicas em que um dente tratado endodonticamente é submetido na cavidade bucal, os resultados indicam que clinicamente, na presença de raízes debilitadas, a utilização de materiais restauradores que possuam propriedades mecânicas próximas à da dentina, como a resina composta, parece representar a forma restauradora mais apropriada.

7. CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos no ensaio de resistência à fratura deste estudo pôde-se concluir que:

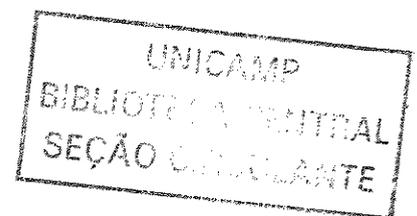
- a preservação de estrutura dental constituiu o principal fator para a resistência à fratura da raiz
- a utilização de sistemas adesivos e resina composta foi capaz de promover reforço de raízes debilitadas.
- o embricamento mecânico entre os meios de retenção intra-radicular e as paredes do canal contribuiu para o aumento da resistência à fratura de raízes debilitadas.
- entre os diferentes sistemas de pinos pré-fabricados utilizados os pinos paralelos rosqueáveis de extremidade cônica sem roscas demonstraram os melhores resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSIF, D. *et al.* Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 69, n. 1, p. 36-40, Jan. 1993.
2. ASSIF, D.; GORFIL, C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 71, n. 6, p. 565-7, June. 1994.
3. BEX, R. T. *et al.* Effect of dentinal bonded resin post-core preparations on resistance to vertical root fracture. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 67, n. 6, p. 768-72, June. 1992.
4. BUCK, A.; MARTINS, L. R. M.; SARTINI FILHO, R. Preservação de raízes debilitadas através do preenchimento do conduto radicular com ionômero d vidro para posterior preparo intra-radicular. *In SEMANA ODONTOLÓGICA DE PIRACICABA, 1992, Piracicaba. Resumo dos Trabalhos...* Piracicaba: FOP/UNICAMP, 1992. p. 80. Resumo.
5. CARLINI, B. Jr. **Resistência à fratura de dentes desvitalizados restaurados através de resina composta com ou sem pino intrarradicular.** Piracicaba, 1998. 140 p. Dissertação – Mestrado em Clínica Integrada – Área de Dentística - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas
6. CATHRO, P. R.; CHANDLER, N. P.; HOOD, J. A. Impact resistance of crowned endodontically treated central incisors with internal composite cores. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 12, n. 3, p. 124-8, June. 1996
7. CHARLTON, G. A prefabricated post and core for porcelain jacket crowns. **Br Dent J**, London, v. 16, n. 10, p. 452-456, Nov. 1965.
8. CHRISTENSEN, G. J. Posts and cores: state of the art. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 129, n. 1, p. 96-7, Jan. 1998.
9. COODLIDGE, E. D. The thickness of human periodontal membrane. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 24, p. 1260-70, Aug. 1937.

10. DAVIDSON, C. L. Resisting the curing contraction with adhesive composites. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 55, n. 4, p. 446-447, Apr. 1986.
11. DEL BEL CURY, A. A.; DA COSTA, W. F. Restoration of endodontically treated teeth: **Rev Faculdade Odontol Lins**, Lins, v. 3, n. 2, p. 22-7, July/Dec. 1990.
12. DEUTSCH, A. S. *et al.* Root fracture during insertion of prefabricated post related to root size. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 53, n. 6, p. 786-789, June. 1985.
13. FELTON, D. A. *et al.* Threaded endodontic dowels: effect of post design on incidence of root fracture. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 65, n. 2, p. 179-87, Feb. 1991.
14. FRAGA, R. C. *et al.* Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 25, n. 11, p. 809-13, Nov. 1998.
15. FRENO, J. P. Jr. Guidelines for using posts in the restoration of endodontically treated teeth. **Gen Dent**, Chicago, v. 46, n. 5, p. 474-9, Sept-Oct, 1998.
16. GLUSKIN, A. H. *et al.* The mandibular incisor: rethinking guidelines for post and core design. **J Endod**, Baltimore, v. 21, n. 1, p. 33-7, Jan. 1995.
17. GUTMANN, J. L. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 67, n. 4, p. 458-67, Apr. 1992.
18. ISHIKIRIAMA, A. *et al.* Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com resina composta. **Rev. Fac. Odontol. Bauru**, Bauru, v. 3, n. 1-4, p. 47-52, Jan/Dec. 1995.
19. KAHN, F. H. *et al.* Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 75, n. 2, p. 148-53, Feb. 1996.
20. KIMMEL, S. S. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. **N Y State Dent J**, New York, v. 66, n. 10, p. 36-40, Dec. 2000.
21. LAU, V. M. The reinforcement of endodontically treated teeth. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v. 20, n. 2, p. 313-28, Apr. 1976.
22. LONEY, R. W. *et al.* The effect of load angulation on fracture resistance of teeth restored with cast post and cores and crowns. **Int J. Prosthodont**, Lombard, v. 8, n. 3, p. 247-251, May- June. 1995.

23. LONEY, R. W.; KOTOWICZ, W. E.; MCDOWELL, G. C. Three-dimensional photoelastic stress analysis of the ferrule effect in cast post and cores. **J. Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 63, n. 5, p. 506-512, May. 1990.
24. LUI, J. L. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. **Quintessence Int**, Berlin, v. 25, n. 5, p. 313-9, May. 1994.
25. MANNING, K. E. *et al.* Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part II: Clinical application of basic concepts. **J Can Dent Assoc**, Ottawa, v. 61, n. 8, p. 696-701, 703, 705-7, Aug. 1995.
26. MARCHI, G. M. **Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com sistemas adesivos associados a pinos intra-canais.** Piracicaba, 1997. 106 p. Dissertação - Mestrado em Clínica Integrada – Área de Dentística – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas.
27. MARTELLI, R. Fourth-generation intraradicular posts for the aesthetic restoration of anterior teeth. **Pract Periodontics Aesthet Dent**. New Jersey, v. 12, n. 6, p. 579-584, Aug. 2000.
28. MARTINS, L. R. M. **Avaliação da resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com materiais adesivos.** Piracicaba, 1995. 47 p. Tese - Livre Docência em Dentística – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas.
29. MENTINK, A. G. B. *et al.* Clinical performance of different post and core systems – results of a pilot study. **J Oral Rehabil**, Oxford, v 20, n 6, p 557-584, 1993
30. MORFIS, A. S. Vertical root fractures. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v. 69, n. 5, p. 631-5, May. 1990.
31. MORGANO, S. M. Restoration of pulpless teeth: Application of traditional principles in present and future contexts. **J. Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 75, p. 375-80, 1996.
32. MORGANO, S. M.; BRACKETT, S. E. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 82, n. 6, p. 643-57, Dec. 1999.



33. MUSIKANT, B. L.; DEUTSCH, A. S. A new prefabricated post and core system. **J. Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 52, n. 5, p. 634-4, Nov. 1984.
34. NASH, R. W. The use of posts for endodontically treated teeth. **Compend Contin Educ Dent**, v. 19, n. 10, p. 1054-62, Oct. 1998.
35. PENE, J. R.; NICHOLLS, J. I.; HARRINGTON, G. W. Evaluation of fiber-composite laminate in the restoration of immature, nonvital maxillary central incisors. **J Endod**, Baltimore, v. 27, n. 1, p. 18-22, Jan. 2001.
36. REEH E. S., MESSER H. H., DOUGLAS W. H. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. **J. Endod**, Baltimore, v. 15, n. 11, p. 512-16, Nov. 1989.
37. ROLF, K. C.; PARKER, M. W.; PELLEU, G. B. Stress analysis of five prefabricated endodontic dowel designs: a Photoelastic Study. **Oper Dent**, Seattle, v. 17, n. 3, p. 86-92, May/June. 1992.
38. SAPONE, J.; LORENCKI, S. F. An endodontic-prosthetic approach to internal tooth reinforcement. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 45, n. 2, p. 164-74, Feb. 1981.
39. SAUPE, W. A.; GLUSKIN, A. H.; RADKE, R. A. Jr. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. **Quintessence Int**, Berlin, v. 27, n. 7, p. 483-91, July. 1996.
40. SCHARNAGL, P. **Simulation der physiologischen zahnbeweglichkeit bei der in-vitro- belastungs prüfung dentaler restaurationen im, Regensburger Kausimulator Untersuchung am beispiel volkeramischer In-Ceram Brücken.** Inaugural Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde der Medizinischen Fakultät der Universität Regensburg, 1998. *Apud* WORSCHKECH, C. *Op. cit.* Ref. 51.
41. SIRIMAI, S.; RIIS, D. N.; MORGANO, S. M. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-coresystems. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 81, n. 3, p. 262-9, Mar. 1999.

42. SORENSEN, J. A.; ENGELMAN, M. J. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 64, n. 4, p. 419-24, Oct. 1990.
43. SORENSEN, J. A.; ENGELMAN, M. J. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 63, n. 5, p. 529-36, May, 1990
44. SORENSEN, J. A.; MARTINOFF, J. T. Clinically significant factors in dowel design. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 52, n. 1, p. 28-35, July. 1984.
45. SORENSEN, J. A.; MARTINOFF, J. T. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 51, n. 6, p. 780-4, June. 1984.
46. SORNKUL, E.; STANNARD, J. G. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. **J Endod**, Baltimore, v. 18, n. 9, p. 440-3, Sept. 1992.
47. TERRY, D. A.; TRIOLO, P. T. Jr.; SWIFT, E. J. Jr. Fabrication of direct fiber-reinforced posts: a structural design concept. **J Esthet Restor Dent**, v. 13, n. 4, p. 228-40, 2001.
48. THORSTEINSSON, T. S.; YAMAN, P.; CRAIG, R. G. Stress analyses of four prefabricated posts. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 67, n. 1, p. 30-3, Jan. 1992.
49. TJAN, A. H.; WHANG, S. B. Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 53, n. 4, p. 496-500, Apr. 1985
50. TROPE, M.; MALTZ, D. O. TRONSTAD, L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 1, n. 3, p. 108-11, June. 1985.
51. WORSCHECH, C. **Resistência à fratura de prémolares com preparos cavitários extensos restaurados através de sistemas adesivos e não adesivos**. Piracicaba, 2000. 111p. Dissertação - Mestrado em Clínica Integrada – Area de Dentística – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas.

52. YAMAN, S. D.; ALAÇAM, T.; YAMAN, Y. Analysis of stress distribution in a Maxillary Central Incisor Subjected to Various Post and Core Applications. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n 2, p. 107-111, Feb. 1998.

OBRAS CONSULTADAS

- ANUSAVICE, K. J. **Philips Materiais Dentários**. 10º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 412p.
- DE DEUS, Q. D. **Endodontia**. 5º. Ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992.
- GÓES, M. F. Cimentos Resinosos. *In*: CHAIN, M. C.; BARATIERI, L. N. **Restaurações Estéticas com Resina Composta em Dentes Posteriores**. São Paulo: Artes Médicas, 1998. Cap. 6, p. 167 – 176.
- MOYERS, R. E. **Handbook of orthodontics**. 3 ed. Chicago. YBMP. 1975. 778 p.
- NAKABAYASHI, N. & PASHLEY, D. H. **Hibridização dos tecidos dentais duros**. São Paulo: Quintessence, 2000. 129p.
- 3M DO BRASIL. **Filtek Z250**: Restaurador universal para dentes anteriores e posteriores.[s n t]. 31 p. Perfil técnico do produto.
- 3M DO BRASIL. **Rely X**: Cimento Resinoso Adesivo.[s n t]. 31 p. Perfil técnico do produto.
- RUDO, D. N. **Ribbon**: Aplicações e manual de instruções. 8. Ed. São Paulo: Ribbon Inc, 1998. 64 p.
- SHILLINGBURG, H. T.; HOBBS, S.; WHITSETT L. D. **Fundamentos de Prótese Fixa**. São Paulo: Santos, 1986. 340 p.
- SHILLINGBURG, H. T.; KESSLER, J. C. **Restauração Protética dos Dentes Tratados Endodonticamente**. 2.ed. São Paulo: Quintessence, 1991. 384p.

- SOUZA Jr., M. H. S. *et al* . **Odontologia Estética: Fundamentos e Aplicações Clínicas.**

São Paulo: Santos, 2001. v. 3, 194 p.

ANEXO 1. Divisão das raízes nos grupos experimentais.

GRUPO	RAIZ									
G1	2	7	24	30	34	42	44	46	64	70
G2	1	10	15	20	21	29	36	47	56	65
G3	9	14	22	23	32	33	37	39	58	63
G4	4	6	11	18	19	31	35	38	60	66
G5	13	25	45	48	52	53	57	59	67	69
G6	8	12	17	26	28	43	54	55	61	62
G7	3	5	16	27	40	41	49	50	51	68

ANEXO 2. Dimensões das raízes

DENTE	MD-1	VL-1	MD-2	VL-2	MD-3	VL-3
1	5.31	6.36	4.07	5.25	2.59	3.35
2	6.04	7.98	4.95	7.02	3.40	4.95
3	6.01	7.68	4.88	6.46	3.08	3.85
4	5.70	7.38	4.30	6.54	3.29	4.20
5	6.50	8.00	5.43	6.88	3.35	3.62
6	5.36	7.14	4.63	6.45	3.02	3.63
7	6.87	8.01	5.55	6.88	3.50	4.47
8	5.86	7.34	4.89	6.62	3.52	4.52
9	7.10	7.45	5.71	6.80	3.26	4.12
10	5.24	6.10	4.10	5.54	2.29	3.727
11	6.17	7.24	5.23	6.27	3.25	3.93
12	6.11	7.51	5.18	6.52	3.39	4.68
13	6.16	7.07	5.10	6.55	3.14	4.49
14	6.35	7.70	5.30	6.71	3.74	5.22
15	5.74	7.40	4.74	6.44	3.26	4.40
16	6.27	8.05	5.23	7.14	3.60	50.5
17	5.86	7.84	4.73	7.07	3.63	5.20

18	6.14	7.75	5.27	7.02	3.60	4.79
19	5.55	7.24	4.79	6.46	3.48	4.59
20	6.35	7.99	5.28	7.30	3.51	4.42
21	6.33	6.63	5.45	6.03	3.52	4.26
22	5.85	6.69	5.25	6.31	3.90	4.77
23	6.16	7.21	5.02	6.47	3.20	4.81
24	5.52	7.22	4.68	6.33	3.19	4.05
25	6.15	8.10	5.20	7.13	3.92	5.63
26	6.59	7.79	5.61	6.89	3.95	5.23
27	6.11	7.57	5.16	6.40	3.26	4.47
28	5.43	6.86	4.69	6.29	2.83	3.47
29	6.17	7.45	4.97	6.47	3.37	4.21
30	5.78	7.50	4.76	6.37	3.17	4.23
31	5.86	6.78	5.33	6.06	4.11	4.41
32	6.01	6.65	4.90	6.08	3.24	3.88
33	5.73	7.42	4.66	6.53	2.97	4.05
34	6.04	6.76	4.81	5.93	3.74	3.76
35	6.64	8.05	5.46	7.23	4.03	5.23
36	6.54	7.48	5.25	6.64	3.70	4.60

37	6.27	7.71	5.10	6.94	3.43	4.01
38	6.62	7.52	5.04	6.66	3.83	4.25
39	5.88	7.08	4.94	6.12	3.46	4.14
40	5.52	7.24	4.27	6.35	3.09	3.79
41	5.59	7.02	4.72	6.06	3.54	4.30
42	5.40	6.60	4.60	5.94	3.27	3.55
43	5.17	7.07	4.14	6.38	2.35	4.66
44	6.45	7.39	5.49	6.09	3.40	4.13
45	6.14	7.43	5.04	6.44	2.46	3.94
46	6.01	7.46	4.75	6.44	2.59	3.96
47	6.04	7.81	4.96	6.50	3.03	4.21
48	6.25	7.54	4.95	6.52	3.51	4.56
49	5.61	7.34	4.66	6.24	3.19	4.38
50	5.23	6.44	4.40	5.48	3.28	4.83
51	5.39	7.06	4.43	6.28	3.24	4.61
52	5.61	7.35	4.563	6.36	3.10	3.88
53	5.93	6.84	4.96	6.08	3.43	5.51
54	6.30	6.63	5.31	5.88	3.52	3.96
55	5.33	6.44	4.65	6.03	3.19	3.83

56	5.75	6.77	5.01	6.12	3.35	3.98
57	5.51	6.85	4.46	5.85	2.84	3.69
58	5.56	6.67	4.53	6.05	3.03	4.10
59	5.05	6.72	4.10	5.99	2.85	3.87
60	5.34	6.50	4.38	5.53	3.33	3.89
61	5.87	6.80	5.06	5.94	3.55	4.15
62	6.15	8.11	5.37	7.66	3.37	4.93
63	5.10	6.64	4.09	6.04	2.57	3.59
64	5.09	6.93	4.08	6.14	2.96	4.29
65	5.29	6.75	4.47	5.71	3.30	3.89
66	5.39	6.30	4.79	5.27	2.80	3.32
67	6.33	8.11	5.36	7.01	3.70	5.47
68	6.12	7.10	4.77	6.36	2.88	4.51
69	5.32	6.89	4.55	6.15	3.55	3.78
70	5.64	6.66	4.69	5.72	2.93	4.51

ANEXO 3. Valores de resistência à fratura de cada amostra em seu respectivo grupo

GRUPO	RAIZ	FORÇA (kgf)
G1	2	135.60
G1	7	156.40
G1	24	116.80
G1	30	119.50
G1	34	111.90
G1	42	70.98
G1	44	108.20
G1	46	95.91
G1	64	75.62
G1	70	70.28
G2	1	77.64
G2	10	88.43
G2	15	88.75
G2	20	66.09
G2	21	74.85
G2	29	66.63
G2	36	52.91
G2	47	69.37
G2	56	79.49

G2	65	82.66
G3	9	134.40
G3	14	63.28
G3	22	60.70
G3	23	99.73
G3	32	88.83
G3	33	73.18
G3	37	133.30
G3	39	83.14
G3	58	78.90
G3	63	88.64
G4	4	62.76
G4	6	32.60
G4	11	91.01
G4	18	128.10
G4	19	62.46
G4	31	59.79
G4	35	100.00
G4	38	77.83
G4	60	81.15
G4	66	54.44
G5	13	70.42

G5	25	52.35
G5	45	61.02
G5	48	40.47
G5	52	52.89
G5	53	54.68
G5	57	62.36
G5	59	28.48
G5	67	76.11
G5	69	82.04
G6	8	62.25
G6	12	74.07
G6	17	76.67
G6	26	126.20
G6	28	46.83
G6	43	63.41
G6	54	74.52
G6	55	39.53
G6	61	42.47
G6	62	101.30
G7	3	85.83
G7	5	68.78
G7	16	123.80

G7	27	64.38
G7	40	72.11
G7	41	41.57
G7	49	61.07
G7	50	49.07
G7	51	34.11
G7	68	58.60

ANEXO 4

Tabela Análise de Variância para a variável resistência à fratura (valores originais)

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor de F	PR>F
Tratamentos	6	15562.7751	2593.7959	4.60	0.0006
Resíduo	63	35517.0957	563.7634		
Total	69	51079.8708			

Coefficiente de variação= 30.72403

ANEXO 5.

Tabela. Teste de comparação de médias através do teste de Tukey (valores originais)

Grupos	Repetições	Média	Desvio Padrão	Tukey*
G1	10	106.12	28.4444677	a
G3	10	90.41	25.7511398	A b
G4	10	75.01	11.1721577	a b
G2	10	74.68	26.8858625	a b
G6	10	70.73	26.9588560	b
G7	10	65.93	25.3008440	b
G5	10	58.08	16.1107320	b

* Letras Iguais indicam semelhança estatística ao nível de 0.05 de probabilidade