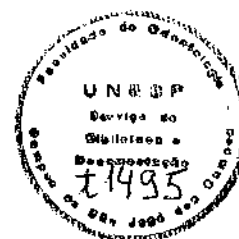


CLÁUDIO ANTONIO TALGE CARVALHO

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA
RESISTÊNCIA ESTRUTURAL EM
DENTES FRAGILIZADOS
UTILIZANDO REFORÇOS
INTRA-RADICULARES**



Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Área de Concentração em Odontologia Restauradora.

Orientadora: Prof^ª. Adj. Marcia Carneiro Valera

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

2002

f 024
C253a
f 1495

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

BELLINI, A.B.; SILVA, E.A. **Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico.** São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2000, 81p.

CARVALHO, C.A.T. **Avaliação *in vitro* da resistência estrutural em dentes fragilizados utilizando reforços intraradiculares.** São José dos Campos, 2002. 125f. Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia, de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

DEDICATÓRIA

A DEUS, nosso Senhor todo poderoso, que abençoa todos os dias da minha vida, dando-me forças para lutar e nunca me deixando desistir dos meus ideais.

“Eu poderia falar todas as línguas que se falam na terra e até no céu, mas se não tivesse o amor, as minhas palavras seriam como o barulho do gongo ou o som do sino.”

1 CORÍNTIOS 13.1

Aos meus pais, Antonio e Graça por todo incentivo, apoio, carinho e amor incondicional, que me foi dado durante toda a vida, por acreditarem na minha capacidade e por me ajudarem a vencer todas as barreiras e todos os momentos difíceis. Cada vitória em minha vida reflete tudo o que vocês representam para mim. A vocês, meus pais amados e abençoados, pelos laços de amor e amizade que nos une para sempre.

À Luciane, minha esposa amada, por todo o amor, compreensão, ajuda e companheirismo mesmo durante as fases mais difíceis, em que estive sempre ao meu lado dando-me força, incentivo e colaborando para que eu conseguisse alcançar os meus objetivos. A você meu amor, pessoa maravilhosa e abençoada com quem divido todos os momentos de minha vida.

“Assim como a água reflete o rosto da gente, o coração mostra o que a pessoa é.”

PROVÉRBIOS 27.19

Aos meus irmãos Mauhamad e Ahmed, pelo amor e amizade em todos os momentos de nossas vidas.

À toda a minha família, que sempre esteve me apoiando e incentivando. Em especial à tia Catarina pela sua ajuda e estímulo desde o início da minha carreira; à tia Sarah e tia Lúcia, pelo carinho e amor; à tia Leila, que me acolheu como um filho desde a minha chegada em São Paulo; aos tios Angelo (*in memoriam*), Ale, Luís e Francisco pelo carinho e força que sempre depositaram em mim.

Aos meus avós Mauhamad, Maria José, Francisca (*in memoriam*) e Benedito, por todo amor, ensinamentos e dedicação durante os poucos e inesquecíveis momentos que passamos juntos.

Ao Sr. Alberto e D. Dirce, por me acolherem como um filho, pelos momentos de alegria e descontração que me proporcionaram e pelo carinho, amor e amizade que nos une.

Minha eterna gratidão

À Prof^a. Adj. Marcia Carneiro Valera, exemplo de dedicação ao ensino e à pesquisa, pela orientação, incentivo, auxílio e amizade durante todo o nosso convívio neste curso. Por ser uma verdadeira mestre e me dar o privilégio de ser seu orientado.

À Prof^a Titular Maria Amélia Máximo de Araujo, por sua determinação e força que sempre me incentivaram, investindo muito na Pós-Graduação e, principalmente, na qualidade do ensino.

Muito Obrigado

Ao Prof. Erasmo Campelo, idealizador e criador do Projeto Prata da Casa, pela sua dedicação, presteza, compreensão e apoio a nós nesta batalha por uma melhor formação e por mais conhecimentos.

Ao Prof. Antonio Luís do Amaral, pelos conhecimentos transmitidos, pelo auxílio e por sua amizade.

Muito obrigado

AGRADECIMENTOS

À UNESP - SJC, por ter me acolhido, propiciado-me conhecimentos imensuráveis e por ter me despertado a sede pelo aprendizado e pela ciência.

À UFMA e a todos os seus professores, pela formação profissional que me foi dada.

À CAPES, pelo apoio à pesquisa e concessão de bolsa de estudo durante o curso de Pós-Graduação.

Ao C.T.A. por ter possibilitado a realização dos ensaios mecânicos em seus equipamentos.

Aos docentes do Departamento de Odontologia Restauradora: Alberto Siqueira e Silva; Ana Paula Martins Gomes; Carlos Henrique R. Camargo; Clovis Pagani; João Cândido Carvalho; José Roberto Rodrigues; Maria Amélia Máximo de Araujo; Maria Filomena R. L. Huhtala; Marcia Carneiro Valera; Regina Célia S. Pinto Silva; Rosehelene Marotta Araujo; Sérgio Eduardo P. Gonçalves, por todos os conhecimentos que me foram transmitidos, pela boa receptividade e amizade.

Às secretárias do Departamento de Odontologia Restauradora da FOSJC: Lilliane, Rosangela, e, em especial à Terezinha (secretária da diretora) pela sua incansável instrução, colaboração e principalmente por sua amizade. Aos técnicos Michele, D. Lurdes e Valdir pela colaboração e ajuda.

Às secretárias da Pós-Graduação FOSJC: Rosemary, Erena e Cida pelo cuidado, orientação e esclarecimentos prestados durante este curso.

Às bibliotecárias da FOSJC: Dora, Silvana, Ana, Fátima, Neide, Renata e Sônia, em especial à Ângela de Brito Bellini pela contribuição e ajuda na elaboração deste trabalho.

Ao professor Marco Antonio Leonel Caetano, pela realização da análise estatística dos resultados desta pesquisa.

Ao Ricardo, do Áudio-visual, pela colaboração.

Ao Oscar e à Fátima (setor de finanças) por sua cooperação.

Ao Engenheiro Rodolfo Padilha (C.T.A.) por sua colaboração e ajuda inestimável para a realização desta pesquisa.

Ao Sr. Alberto pelo desenvolvimento e confecção do dispositivo utilizado para esta pesquisa.

Aos amigos Ricardo, Fabiane e Andrea pela amizade e carinho a mim dedicados.

Aos colegas deste curso de Pós-Graduação: Alessandra, Ana Lúcia, Dimas e César pelo convívio, pelas experiências compartilhadas e pela amizade que nasceu e cresceu entre nós.

Ao amigo Arlindo Castro Filho, pelo auxílio, presteza e amizade nas horas em que mais precisei.

Ao Prof. Eduardo Myashita, pelo seu auxílio e amizade.

Aos amigos Leonardo, Alessandro e Domício pelo convívio saudável, pelos momentos alegres que compartilhamos e pela ajuda nos momentos em que precisei.

Aos amigos Fábio e Dani pelo apoio e amizade.

A amiga Márcia Maciel, por sua ajuda e amizade.

Aos amigos Emmanuel, Márcia Valera, Ique, Samira, Márcia Maciel, Simone, Graça, Basile, Marcio e Beatriz pelo convívio, apoio, incentivo, carinho e amizade, que nasceu e se fortaleceu entre nós, com a bênção do Senhor.

A todos os funcionários da FOSJC que direta ou indiretamente muito me ajudaram no convívio diário.

Ao Johnny, meu cachorro, pela sua amizade, alegria e por me descontrair nos momentos mais difíceis.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	15
RESUMO.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 Dentes permanentes jovens traumatizados.....	21
2.2 Reforços intra-radiculares.....	29
2.3 Dentes bovinos X dentes humanos	70
3 PROPOSIÇÃO.....	79
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	80
4.1 Preparo dos espécimes.....	80
4.2 Preparo dos corpos-de-prova.....	89
4.3 Teste de resistência à compressão.....	91
4.4 Análise estatística.....	92
5 RESULTADOS.....	93
6 DISCUSSÃO.....	97

6.1	Da escolha do tema.....	97
6.2	Da metodologia.....	100
6.3	Dos resultados.....	105
7	CONCLUSÕES.....	110
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
	ANEXOS.....	124
	<i>ABSTRACT</i>	125

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Padronização dos espécimes: A) marcação do tamanho dos espécimes em 30mm; B) secção da coroa..... 81
- FIGURA 2 - Vista incisal do espécime após a secção da coroa e remoção da polpa dental..... 82
- FIGURA 3 - Preparo dos espécimes: A) instrumentação endodôntica com limas tipo K; B) alargamento dos canais com brocas Gates-Glidden; C) medida da broca para alargamento da porção coronária; D) alargamento da porção coronária; E) medida da broca para o alargamento da porção radicular; F) alargamento do canal radicular..... 83
- FIGURA 4 - Comprovação da espessura das paredes dentinárias dos espécimes fragilizados: A) Comprovação radiográfica; B) Comprovação visual por incisal..... 84

FIGURA 5 -	A) Esquema representativo de um espécime do grupo 01; B) Transmissão da luz fotopolimerizadora com pino do sistema Luminex no interior do canal radicular; C) Sistema Luminex.....	86
FIGURA 6 -	A) Esquema representativo de um espécime do grupo 02; B) Cimentação do pino de zircônia com o cimento resinoso Enforce (Dentsply); C) Sistema Cosmopost.....	87
FIGURA 7 -	Esquema representativo de um espécime do grupo 03.....	88
FIGURA 8 -	Esquema representativo de um espécime do grupo 04.....	89
FIGURA 9 -	A) Obturação endodôntica; B) Verificação radiográfica da qualidade da obturação.....	90
FIGURA 10 -	Aplicação da camada de borracha de silicone.....	90
FIGURA 11 -	Instrumentos utilizados para o teste de compressão: A) anel em cobre com o dente montado; B) dispositivos confeccionados para o ensaio; C) aplicação da força com inclinação de 45°; D) máquina de ensaio INSTRON 4331.....	91

FIGURA 12 - Histograma da freqüência dos valores da resistência dos espécimes submetidos à compressão.....	94
FIGURA 13 - Ilustração gráfica de colunas representativas das médias e desvios-padrão, de acordo com cada grupo experimental.....	96
FIGURA 14 - Ilustração representando as fraturas ocorridas em cada grupo: A) Grupo 1; B) Grupo 2; C) Grupo 3; D) Grupo 4.....	96

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 -	Representação numérica (em Kgf) dos dados de resistência obtidos no ensaio de compressão para os espécimes dos quatro grupos.....	93
TABELA 1 -	Média e desvios-padrão (em Kgf) dos diferentes grupos estudados.....	94
TABELA 2 -	Representação dos p-níveis para cada par de grupos analisados.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% = porcentagem
ANOVA = análise de variância
cm = centímetro
EDTA = ácido etileno-diamino-tetra-acético
g = grama
Kg = kilograma
Kgf = kilograma-força
m = metro
MA = miliamperes
MD = sentido mésio-distal
MEV = microscopia eletrônica de varredura
mg = miligrama
min = minuto
mL = mililitro
mm = milímetro
mm/min = milímetro por minuto
Mpa = megapascal
N = Newton
° = grau
°C = grau Celsius
PM = peça de mão
rpm = rotação por minuto
s = segundo
VL = sentido vestibulo-lingual
W = watt

CARVALHO, C.A.T. **Avaliação *in vitro* da resistência estrutural em dentes fragilizados utilizando reforços intra-radulares.** 2002. 125f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

RESUMO

Dentes com rizogênese incompleta quando sofrem trauma com conseqüente necrose pulpar permanecem com suas paredes dentinárias finas e fragilizadas, tornando-se mais suscetíveis a reincidências de fraturas. A proposta deste trabalho foi avaliar através do teste de compressão a resistência à fratura de dentes bovinos fragilizados que receberam reforços intra-radulares com resina composta ou pino de fibra de zircônia. Para tanto, utilizou-se 56 dentes bovinos, os quais tiveram suas coroas seccionadas padronizando o tamanho das raízes em 30mm. Os dentes foram divididos em quatro grupos experimentais (14 dentes) e, com exceção do grupo 04 (Controle negativo), todos os canais radiculares foram preparados biomecanicamente até o instrumento de nº 80 e alargados com brocas Gates-Glidden nºs 3, 4, 5 e 6 até 20mm de profundidade. A porção coronária foi alargada com broca diamantada tronco cônica nº 721 até a junção cimento-esmalte vestibular e, com broca diamantada tronco cônica nº 716, realizou-se a fragilização das paredes dentinárias do canal radicular a 20mm de profundidade, deixando aproximadamente 2mm de espessura em cada parede. Após, as raízes foram divididas em grupos: grupo 01-receberam reforço intra-radicular com resina composta, fotopolimerizada com o auxílio do sistema Luminex, seguida da obturação do canal; grupo 02-obturação do canal deixando os 10mm apicais com material obturador, e reforço intra-radicular com pino de fibra de zircônia cimentado com cimento resinoso; o grupo 03-(Controle positivo) não recebeu reforço intra-radicular e foi obturado pela técnica da condensação lateral ativa; no grupo 04-(Controle negativo), os dentes não foram fragilizados. Os espécimes foram embutidos em blocos metálicos, os quais foram adaptados a um dispositivo cilíndrico, de modo que os espécimes foram fixados a 45°. Este dispositivo foi adaptado a uma máquina Universal de ensaio (Instron), que realizou o teste de compressão na superfície lingual dos dentes até a fratura. Os dados obtidos (em Kgf) foram submetidos à análise estatística ANOVA, com nível de significância de 5%, e ao teste de Tukey. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística significativa entre os grupos 01 (resina composta) e 02 (pinos de zircônia), entretanto, estes grupos apresentaram resistência significativamente maior que o grupo 03 (controle positivo – sem reforço). O grupo 04 (controle negativo – dentes não fragilizados) foi significativamente melhor que os demais grupos avaliados. Concluiu-se que faz-se necessário a utilização de reforços intra-radulares em dentes com paredes dentinárias finas e frágeis, a fim de aumentar sua resistência e minimizar a reincidência de fraturas.

Palavras-chave: Canal radicular, reforços intra-radulares.

1 INTRODUÇÃO

Os traumatismos envolvendo dentes anteriores alteram a função, estética e fonética do indivíduo, afetando muitas vezes sua auto-estima. Estes traumas dentários são seqüelas freqüentes que acometem adultos jovens e principalmente crianças em idade escolar (Araújo & Valera⁵, 1999), predominantemente entre 8 e 12 anos (Andreassen³, 1994), sendo que o incisivo central superior é o dente mais suscetível a estes traumas. Estas injúrias podem resultar em necrose pulpar sendo que, nos dentes com rizogênese incompleta, a morte do tecido pulpar tem como uma das conseqüências a preservação de um dente fragilizado com paredes radiculares finas (Katebzadeh et al.⁴², 1998).

O tratamento endodôntico dos dentes com rizogênese incompleta e polpa necrótica decorrente de trauma tem sido bastante estudado, apresentando um nível de sucesso alto quando se utiliza a técnica da apicificação com o uso do hidróxido de cálcio (Leonardo & Leal⁴⁶, 1998). Nesta técnica, após a desinfecção e preenchimento dos canais radiculares com pasta de hidróxido de cálcio, durante 6 a 18 meses, uma barreira de tecido duro é formada na região apical com conseqüente fechamento radicular. A formação desta barreira associada a uma perfeita obturação dos canais radiculares oferece índices de sucessos extremamente altos no tratamento destes casos.

Entretanto, a permanência de paredes dentinárias de fina espessura representa um problema clínico grave, tornando o dente suscetível a novos traumas. Caso uma nova injúria ocorra, o dente pode fraturar-se levando o caso ao insucesso (Trabert et al.⁷⁷, 1978 ; Deutsh et al.²³, 1985). Por esta razão, ao tratar um dente com rizogênese

incompleta faz-se necessária a execução de um planejamento restaurador que reforce estas raízes fragilizadas.

Na clínica diária, vários materiais têm sido utilizados com a intenção de aumentar a resistência de dentes tratados endodonticamente, como resina composta (El-Khodery et al.²⁵, 1990), retentores intra-radulares (Mendoza et al.⁵⁷, 1997; Cohen et al.¹⁷, 1999; Burmann et al.¹², 2000; Freitas³⁰, 2001), fibras de polietileno (Sirimai et al.⁷¹, 1999) e cimento de ionômero de vidro (Johnson et al.³⁹, em 2000)

A resina composta é um material que pode ser utilizado no interior do canal radicular como uma forma de reforçar o remanescente dentário, entretanto, apresenta alguns problemas. Quando se utiliza resina composta autopolimerizável, não é possível controlar o tempo de trabalho devido a polimerização da mesma, porém, quando a resina composta é fotopolimerizável, a dificuldade encontrada é a da polimerização em profundidade deste material, visto que espessuras superiores a 4 ou 5mm podem apresentar um processo de polimerização incompleta, decorrente da limitada transmissão de luz polimerizadora através do bloco de material no interior da raiz (Lui⁵¹, 1994). Com o lançamento de sistemas de transmissão de luz fotopolimerizadora à distância utilizando um pino transparente do sistema Luminex (Dentatus), este problema foi atenuado, pois desta forma a luz polimerizadora é transmitida através do pino, podendo alcançar profundidades (Lui⁵¹, 1994). Este sistema, apesar do custo elevado, possibilita a utilização da resina composta intracanal, tornando eficaz a realização de reforço estrutural. O uso de reforço intracanal com resina composta (El-Khodery et al.²⁵, 1990) permite que raízes fragilizadas, como é o caso de dentes com rizogênese incompleta, sejam reforçadas, especialmente no terço cervical, mesmo antes da complementação do tratamento de apicificação, que ocorre entre 12 e 18 meses (Katebzadeh et al.⁴², em 1998).

Os reforços intra-radulares utilizados para aumentar a resistência da estrutura dental têm sido relatados por vários autores.

Yaman & Thorsteinsson⁸⁰, em 1992, verificaram que a utilização de pinos do sistema Para-Post (aço inoxidável ou liga de titânio) permitiu melhor distribuição das forças que incidiram sobre dentes tratados endodonticamente, melhorando desta forma a resistência. No trabalho de Cohen et al.¹⁷, em 1999, foi verificado que os pinos do sistema Flexi-Post (aço inoxidável ou liga de titânio) apresentaram uma boa retenção e distribuição de estresse. Sirimai et al.⁷¹, em 1999, avaliaram também o reforço interno de estruturas dentárias com a utilização de fibras de polietileno (Ribbond), que apresentaram aumento de resistência estrutural quando associadas à resina composta e pinos pré-fabricados. Segundo Kakehashi et al.⁴¹ (1998), os reforços intra-radulares utilizando pinos metálicos apresentam uma enorme desvantagem estética, principalmente em dentes anteriores, pois causam pigmentação da raiz e conseqüentemente da gengiva. Em 1993, os pinos confeccionados em cerâmica de zircônia foram introduzidos no mercado com o intuito de melhorar a resolução estética destes casos e, ainda, neste sistema de pinos o material para o núcleo pode ser prensado diretamente sobre o pino de zircônia. O cimento de ionômero de vidro também foi usado como meio para auxiliar no reforço intra-radicular, porém, não apresentou aumento significativo da resistência estrutural (Johson et al.³⁹, em 2000).

Entretanto, os trabalhos mencionados avaliam aumento estrutural em dentes tratados endodonticamente, sendo poucas as pesquisas que dão o merecido valor e importância a resistência à fratura de dentes permanentes jovens tratados endodonticamente, portanto, com fragilização. Conseqüentemente, há poucas informações sobre variáveis que podem aumentar a resistência do dente traumatizado a novas fraturas (Katebzadeh et al.⁴², em 1998).

A preservação de dentes com rizogênese incompleta durante e após o tratamento de apicificação é de extrema importância e, apesar disto, poucos trabalhos têm sido realizados no intuito de avaliar métodos que reforcem a estrutura fragilizada destes dentes, aumentando

o prognóstico do tratamento com conseqüente longevidade do dente na cavidade bucal. Desta forma, procurou-se realizar um levantamento bibliográfico que desse suporte para a realização de uma pesquisa sobre reforços de dentes fragilizados à semelhança do que ocorre com dentes com rizogênese incompleta submetidos ao tratamento de apicificação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Dentes permanentes jovens traumatizados

Em 1974, Cvek & Sundström²⁰ realizaram uma avaliação em vinte incisivos superiores permanentes traumatizados e com ápice incompleto, que foram tratados com hidróxido de cálcio. Após o tratamento, todos os dentes foram extraídos por injúrias secundárias ou por razões protéticas ou ortodônticas. Antes do tratamento com o hidróxido de cálcio, os dentes apresentavam necrose pulpar total e radioluscência periapical. Alguns casos, antes da exodontia, apresentavam um quadro de saúde periapical e completo fechamento do ápice radicular. Os dentes foram fixados, desmineralizados e avaliados em microscópio óptico. Quatro dentes foram selecionados e avaliados por microscopia óptica de varredura. Foi constatado que os tecidos da região do fechamento apical apresentavam moderadas alterações inflamatórias; poucas células dispersas foram notadas em quatro dentes e uma reação mais marcante foi verificada em um dente. Foi constatado que a barreira apical formada era constituída de um tecido semelhante ao cimento e às áreas calcificadas. Somente três dentes apresentaram um completo fechamento apical histologicamente comprovado.

Kereks et al.⁴³ em 1980, avaliaram tratamentos endodônticos realizados em incisivos jovens traumatizados. Foram avaliados 166 dentes traumatizados de pacientes com idades entre 9 e 18 anos, onde foram verificados os seguintes itens: desenvolvimento radicular, idade, tipo de injúria ocorrida, estado pulpar, estado perirradicular e a qualidade das obturações. Os dentes foram divididos em 2 grupos:

- a) grupo 01: dentes que foram preparados e obturados;
- b) grupo 02: dentes que foram submetidos à indução da apicificação com a utilização de hidróxido de cálcio anteriormente à obturação.

Como resultados, os autores observaram que no grupo 01, o sucesso do tratamento ocorreu em 60% dos casos e, no grupo 02, o sucesso foi conseguido em 95% dos casos; quanto ao selamento da obturação, foi constatado um ótimo selamento em 85% dos casos do grupo 01 e em 90% dos casos do grupo 02; quanto ao desenvolvimento radicular, foi observado dentes com o ápice aberto em 50% dos casos do grupo 01 e em 94% dos casos do grupo 02; dentes com diâmetro apical reduzido em 73% do grupo 01 e em 96% do grupo 02. Os autores concluíram ainda que o tratamento usado no grupo 01 foi preferido pelos pacientes com idade entre 9 e 12 anos, porém, a técnica usada para o grupo 02 trouxe mais sucesso.

Em 1992, Cvek¹⁹ avaliou radiograficamente 885 incisivos sem vitalidade e que haviam sofrido luxação. Os dentes foram avaliados quanto a saúde dos tecidos periodontais, presença de reabsorção radicular ou não, ocorrência de anquilose e de fraturas na região cervical. Os resultados foram avaliados após o tratamento com hidróxido de cálcio e quatro anos após a obturação dos canais. Foi verificado que após o tratamento com o hidróxido de cálcio 95% dos dentes apresentavam saúde periapical e quatro anos após a obturação dos canais radiculares, foi observado que a saúde periapical estava evidenciada em 91% dos casos. O restante dos dentes apresentava radioluscência periapical persistente ou recorrente, sendo que este fato foi mais notado nos dentes com sobreobturação do que nos dentes com uma perfeita obturação. Não foi comprovada diferença entre dentes maduros ou jovens. Em 97% dos casos foi verificada a existência de uma reabsorção radicular inflamatória. A anquilose foi verificada em 13 dentes que haviam sofrido intrusão. Com relação a freqüência de fraturas cervicais radiculares, esta foi maior em

dentes jovens quando comparado com dentes maduros, de acordo com o estágio de desenvolvimento radicular, podendo variar entre 77% (nos dentes fragilizados) a 28% nos dentes mais desenvolvidos.

Em 1993, Forsberg & Tedestam²⁷ avaliaram os fatores etiológicos e predisponentes relacionados a injúrias traumáticas em dentes permanentes. O estudo envolveu 1610 crianças, com idades entre sete e 15 anos, sendo 813 garotos e 797 garotas. Os resultados demonstraram que os seguintes fatores: desarmonia da oclusão, *overjet* excedendo 4mm, lábio superior curto, lábios curtos e respiração bucal, aumentaram a predisposição a injúrias dentárias traumáticas. A média de *overjet* em crianças com fraturas limitadas ao esmalte foi de 4,3mm, enquanto que em casos envolvendo injúrias mais severas a média foi significativamente maior (5,0mm). As causas mais comuns de fraturas foram brigas e quedas, que foram reportadas como fatores etiológicos em 69,9% dos garotos e em 86,7% das garotas. As injúrias dentárias ocorridas durante a prática de esporte foram duas vezes mais comuns em garotos (18,2%) do que em garotas (8,2%). A frequência de injúrias causadas por acidentes de tráfego foi comparativamente menor, sendo 9,7% para os garotos e 5,5% para as garotas.

Mackie & Blinkhorn⁵³, em 1996, realizaram uma revisão de literatura, onde consideraram que as injúrias dentárias em crianças com incisivos imaturos geralmente resultam em avulsão, pois a raiz está apenas parcialmente formada e o osso alveolar ainda é muito elástico. Os autores citam também que o prognóstico de um reimplante dentário depende de três fatores principais:

- a) tempo que o dente permaneceu fora da cavidade oral;
- b) meio em que ficou estocado o mesmo durante este tempo;
- c) tamanho ou extensão do trauma.

Os autores citam ainda que as condições do ápice constituem um fator de extrema relevância, pois se o ápice do dente reimplantado ainda estiver

aberto e o mesmo tiver sido reimplantado o mais rápido possível, a polpa pode ser preservada e a revascularização ocorrer bem rápido. Caso o ápice esteja completamente formado, e o reimplante seja muito tardio ou se existir dúvidas sobre a vitalidade pulpar, o tratamento endodôntico deve ser instituído após uma ou duas semanas. Deve ser colocado pasta de hidróxido de cálcio para prevenir a reabsorção e, se após um ano de troca de curativo as condições permanecerem satisfatórias, deve-se realizar a obturação do canal radicular. Os autores revelam ainda que se houver uma reabsorção radicular incontrolável, o dente deve ser preenchido por hidróxido de cálcio e a cavidade selada com cimento de ionômero de vidro, até a sua completa exfoliação, fato este que pode demorar anos. Os autores concluem que os dentes reimplantados, atualmente, têm um melhor prognóstico, pois os conhecimentos sobre o assunto e as novas técnicas utilizadas são responsáveis por um maior índice de sucesso clínico.

Em sua revisão de literatura realizada em 1998, Goodis³³, enfatizou que o tempo é um fator fundamental, quando da ocorrência de uma injúria dental. Reforçou ainda que todos os dentes traumatizados devem ser acompanhados e avaliados por até pelo menos dois anos após ter ocorrido o trauma, pois pode haver uma necrose pulpar com o passar do tempo. Em casos de exposição pulpar com o ápice aberto, deve-se proceder da seguinte forma:

- a) se a exposição pulpar for pequena e por menos de 4 horas, deve ser realizado o capeamento pulpar com hidróxido de cálcio;
- b) se a exposição pulpar for extensa e por mais de 4 horas deve ser realizado a pulpotomia, seguido da colocação de hidróxido de cálcio, mais monitoração do fechamento apical e, após o fechamento, completar o tratamento;
- c) se a polpa estiver necrosada ou se os procedimentos acima falharem, levando a uma necrose, deve-se iniciar a

apicificação: remover toda a polpa, colocar hidróxido de cálcio, trocando-o de três em três meses até a formação da barreira e, só então, obturá-lo.

A avaliação da vitalidade pulpar dos dentes da área envolvida é importantíssima e deve ser realizada a cada duas semanas, durante oito semanas, e a cada seis meses durante dois anos. Nos casos de intrusão com ápice aberto:

- a) se for pequena, deve-se realizar o acompanhamento;
- b) se for severa, tracionamento cirúrgico ou ortodôntico.

Deve-se avaliar a vitalidade pulpar de todos os dentes da área envolvida a cada duas semanas, por oito semanas.

Em 1999, Finuccane & Kinirons²⁶, examinaram o tratamento de incisivos permanentes imaturos não-vitais usando a técnica da apicificação com o uso do hidróxido de cálcio. Os objetivos deste estudo foram determinar a velocidade de formação da barreira e sua localização em relação ao ápice. Para isso, utilizaram 44 incisivos imaturos não-vitais submetidos à apicificação com hidróxido de cálcio. Todos os casos foram acompanhados entre oito e 12 semanas, durante 18 meses, ou até ocorrer a apicificação. Detalhes do tempo, natureza das injúrias e o tratamento foram anotados. O tempo médio observado para a formação da barreira foi de 34,2 semanas (entre 13 e 67 semanas). A causa decisiva para a formação rápida da barreira foi a utilização de curativos com hidróxido de cálcio trocado regularmente e a barreira formou-se mais rapidamente nos casos em que havia um diâmetro apical reduzido. Existiu evidência de deslocamento e um tempo médio alto para a formação da barreira na metade dos casos. A barreira foi localizada no ápice em 28 casos (63,6%) e nos 16 casos restantes (36,4%) variou entre 1 e 5mm do ápice. O número de trocas do hidróxido de cálcio variou entre 1 e 4, com uma média de 1,9 trocas. Verificaram que quanto maior o número de trocas do hidróxido de cálcio maior a frequência de barreira localizada no ápice.

Em 2000, Glendor et al.³¹ avaliaram os riscos de episódios múltiplos de traumas dentários em dentes permanentes entre crianças e adolescentes, avaliados por idade e sexo, fazendo-se uma comparação do tipo de tratamento dental realizado nos pacientes com único episódio de trauma dentário; pacientes com múltiplos episódios de traumas dentários e em pacientes com um único e recorrente dente traumatizado. O estudo foi baseado em amostras de 83 pacientes com idade entre seis e 18 anos, que sofreram episódios de trauma dentário. Todos os pacientes foram acompanhados durante 12 anos. Foram 41 pacientes registrados com múltiplos episódios de trauma dentário, com uma variação entre dois e sete episódios de traumas e uma média de 2,9 episódios por paciente. A média para pacientes que apresentaram um único trauma foi de 11,4 anos e para os pacientes com múltiplos episódios foi de 8,6 anos. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre a idade do primeiro episódio e o número de múltiplos episódios de trauma dentário por pacientes. O número de pacientes com múltiplos episódios foi significativamente maior quando estes sofreram o primeiro trauma com idade entre seis e dez anos, isto quando comparados com pacientes que sofreram o primeiro trauma com idade entre 11 e 18 anos. Uma análise mostrou que o risco de recorrência de um trauma aumenta de 14,9 para 30,3% quando o primeiro trauma ocorre antes dos 11 anos de idade, comparado com uma variação de 0 a 7,4% quando ocorre após os 10 anos. O risco de múltiplos episódios de trauma dentário foi 8,4 vezes maior quando ocorreu aos 9 anos de idade, comparado com os pacientes que sofreram o trauma aos 12 anos. Foi verificado também que 45% dos dentes que sofreram múltiplos episódios de trauma dentário já haviam recebido alguma forma de injúria.

Trope⁷⁹ em 2000, realizou uma revisão de literatura com o intuito de dar ao clínico o guia de uma seqüência para o tratamento de dentes avulsionados e dividiu nos seguintes tópicos:

a) tratamento realizado fora do consultório:

- se possível reimplante imediatamente após uma suave lavagem;
- caso não seja possível o reimplante imediato, estocá-lo rapidamente em meio apropriado, evitando assim o ressecamento;
- os meios de estocagem mais indicados são: o leite, solução salina fisiológica, saliva (colocá-lo na boca). A água é um meio pouco aconselhável.

b) Tratamento no consultório odontológico:

- Visita de emergência:

- colocar o dente em solução salina balanceada de Hank (HBSS), enquanto realiza a anamnese e exames para verificar se ocorreram injúrias mais graves;
- preparo do alvéolo para o reimplante;
- preparo da raiz: em dentes com o ápice fechado e que passaram menos de 60 minutos fora da cavidade oral deve ser realizado o reimplante de forma normal. Caso o dente permaneça por mais de 60 minutos fora da cavidade oral, este deve ser colocado em solução de ácido cítrico, seguido de flúor (cinco a dez minutos) e o reimplante do mesmo.

Caso o ápice esteja aberto e permaneça por menos de 60 minutos antes do reimplante, deve ser colocado em doxyciclina (1mg/20mL e solução salina) por cinco minutos e reimplantá-lo. Se o mesmo passar mais de 60 minutos deve-se proceder de forma idêntica ao tratamento para ápice fechado.

- contenção por sete a dez dias, sutura de lacerações de tecidos moles. Se houver fratura de alvéolo deve ser realizada uma contenção rígida por 4 a 6 semanas;
- terapia conjunta com antibióticos, bochechos com solução de clorexidine e vacina antitetânica.

- Segunda consulta (sete a dez dias após o trauma):
 - realização do tratamento endodôntico. Em dentes com o ápice incompleto e o tempo de permanência fora da cavidade oral menor do que 60 minutos, não devem receber o tratamento endodôntico logo de início, pois merecem uma avaliação por três a quatro semanas para saber se houve a revascularização ou necrose. Caso ocorra a necrose, deve ser realizada a desinfecção do canal e iniciar a apicificação. Dentes com o ápice aberto e com permanência superior a 60 minutos, deve-se iniciar a apicificação. Dentes com o ápice completo o tratamento endodôntico deve ser realizado após sete a dez dias;
 - remoção da contenção.
- Terceira consulta (obturação):
 - tratamento endodôntico realizado entre sete e dez dias, a obtura o deve ser realizada após um curto período de trocas de curativo;
 - tratamento endodôntico realizado após mais de 14 dias, a obtura o deve ser realizada após um longo período de trocas de curativo (quando puder ser observada uma lâmina dura saudável);
 - em dentes com o ápice aberto, a obtura o deve ser realizada após o processo de apicifica o e o restabelecimento da lâmina dura e forma o da barreira apical.
- Quarta consulta (restaura o):
 - a restaura o temporária deve ser realizada com pelo menos 4mm de profundidade e deve ser de cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado, condicionamento ácido mais resina composta ou ainda de cimento de ionômero de vidro.

-a restauração permanente deve ser realizada com a utilização de condicionamento ácido, adesivo e restauração em resina composta.

-acompanhamento deve ser feito em 1, 3, 6, 12 meses durante 5 anos.

Em 2001, Oliveira et al.⁶¹ avaliaram, clínica e radiograficamente, reincidência de fraturas coronárias, corono-radiculares ou radiculares em dentes permanentes jovens traumatizados. Para isso, foram avaliados 31 dentes com rizogênese incompleta de pacientes que foram tratados ou estavam em tratamento na clínica do Centro de Traumatismos Dentários da F.O.S.J.C. – UNESP. Os resultados demonstraram que em seis dentes (19,3%) houve reincidência de fratura, sendo que duas foram acima da junção cimento-esmalte e quatro abaixo da junção. Destes dentes, três (50%) estavam com curativo de demora e três (50%) já havia terminado o tratamento endodôntico. Estes resultados mostram a necessidade de utilização de reforços mecânicos durante e após o tratamento de dentes permanentes jovens traumatizados.

2.2 Reforços intra-radiculares

Trabert et al.⁷⁷, em 1978, realizaram uma pesquisa utilizando incisivos centrais superiores, submetidos a um trauma simulado, onde foram comparados pinos de tamanhos e larguras diferentes. Os dentes foram divididos em grupos de dentes não tratados, dentes tratados endodonticamente e dentes restaurados com pinos intra-radiculares (com dois tamanhos diferentes) para verificar a resistência dos dentes ao impacto, por meio de um trauma simulado por um ensaio mecânico. Os autores observaram que a manutenção da estrutura interna dos dentes ou o uso de pequenos pinos intra-radiculares nos dentes

tratados endodonticamente conferiram o máximo de resistência ao remanescente dentário.

Brandal et al.⁹, em 1987, avaliaram em seu estudo *in vitro* as cargas máximas de resistência em 45 dentes tratados endodonticamente, que foram restaurados com: pino e amálgama; Para-Post e resina composta; ionômero de vidro e amálgama, como reforço interno e núcleo. Os resultados desta pesquisa mostraram que o Para-Post e resina composta resistiram às maiores cargas, em média de 35.3 kg. A carga média de resistência para os dentes restaurados com pino e amálgama foi de 27.9 kg. e os dentes restaurados com ionômero de vidro e amálgama foram os que apresentaram a menor resistência, com uma média de carga de 14.1 kg. Os autores, assim, concluíram que as restaurações de dentes anteriores tratados endodonticamente não devem ser realizadas com a utilização do cimento de ionômero de vidro associado ao amálgama.

Em 1988, Plasmans et al.⁶⁴ compararam cinco formas de restaurar molares inferiores tratados endodonticamente. Os grupos foram restaurados da seguinte forma:

- a) grupo A: pino intra-radicular e resina composta autopolimerizável;
- b) grupo B: somente resina composta autopolimerizável;
- c) grupo C: pino intra-radicular combinado com resina composta auto e fotopolimerizável;
- d) grupo D: somente resinas auto e fotopolimerizável;
- e) grupo E: núcleo metálico fundido convencional.

Foi preservada uma altura de 2mm da coroa até a junção cimento-esmalte e os preenchimentos foram feitos até uma altura de 4mm. Os corpos-de-prova foram submetidos a esforço progressivo a 45° de inclinação em relação ao longo eixo dos dentes. Todas as reconstruções em que havia a presença de pinos metálicos (grupos A, C e E) apresentaram um percentual de fracassos, que resultaram em fraturas

impossíveis de restaurar. Os grupos onde foram empregados apenas preenchimentos com resina composta resultaram em fraturas passíveis de receberem novas restaurações. Os autores salientaram que os valores obtidos em N eram muito superiores aos da mastigação normal. Entretanto, os dentes tinham câmaras pulpares amplas e a altura da coroa deixada pelos autores se assemelha muitas vezes à altura total de um preparo cavitário, oferecendo grande resistência às cargas.

Lindaver et al.⁴⁸, em 1989, buscaram determinar neste estudo a incidência de fraturas verticais radiculares na raiz mesial de molares inferiores humanos, extraídos, com curvaturas entre 10 e 40°, que foram tratados endodonticamente e preparados de forma manual ou ultrassônica e obturados pela técnica da condensação lateral ativa com cones de guta-percha e cimento. Para isso, foram preparadas (manual ou ultrassonicamente) 120 raízes mesio-vestibulares que, em seguida, foram colocadas em blocos de resina acrílica para simular um alvéolo e obturadas com o uso de espaçadores B-finger (Grupo 01) ou D11T (Grupo 02). Os blocos foram adaptados em um dinamômetro e a obturação foi então realizada utilizando forças entre 1 a 3Kg e 4,5 a 7,5Kg. Os resultados revelaram que não houve diferenças estatísticas entre os dois grupos, entretanto, três dentes obturados com o D11T apresentaram fraturas verticais radiculares (7,0 a 7,3Kg). Os resultados sugerem que, *in vitro*, as forças reportadas como as mais comumente usadas pelos endodontistas para a condensação lateral da guta-percha (entre 1 e 3Kg) e aquelas de uma maior magnitude, de até 4,9Kg, não resultaram em fraturas verticais da raiz mesial de molares inferiores.

Reeh et al.⁶⁶, em 1989, estudaram algumas técnicas de restauração para dentes tratados endodonticamente usando um medidor de resistência, montado em dentes extraídos para medir a resistência gerada por cargas oclusais. Para tanto, usou um medidor de forças que foi adaptado ao esmalte, logo acima da junção cimento-esmalte, nas regiões vestibular e lingual dos dentes, os quais foram montados em

anéis de *nylon* com resina utilizada em ortodontia. Foi deixado 2mm de superfície radicular exposta. Cada dente foi submetido a cargas em uma média de velocidade de 37N/s, seguido de um período sem carga, ensaio este que foi realizado em uma máquina com sistema servo-hidráulico. Desta forma, foi gerada uma curva demonstrando as alterações ocorridas nos dentes e a seqüência de procedimentos realizados: dentes hígidos, dentes com tratamento endodôntico completo, dentes com a preparação apropriada para a restauração e dentes restaurados. Os procedimentos restauradores realizados foram: amálgama, *onlay* em ouro, condicionamento do esmalte com Scotchbond e restauração com resina composta P30, condicionamento do esmalte e da dentina com Scotchbond e restauração com resina composta P30. Os resultados demonstraram que a *onlay* em ouro foi o material restaurador mais resistente (2,11 de resistência relativa comparada ao dente hígido que foi de 1,00) e o amálgama foi o mais fraco (0,35 de resistência relativa). O condicionamento de esmalte e dentina e a restauração com resina foi quase tão resistente quanto a dos dentes inalterados (0,87 de resistência média), enquanto que, no condicionamento apenas de esmalte, a resistência diminuiu para 0,51.

Uma revisão de literatura realizada por Del Bel Cury & Da Costa²², em 1990, versa sobre os critérios e condições para a restauração de dentes tratados endodonticamente. Esta revisão apresenta consensos entre os vários autores de que a restauração depende: da estrutura dental remanescente, da posição do dente no arco, e se foi usado ou não como um apoio para prótese parcial fixa ou removível. Quando a estrutura dental remanescente for suficiente, o dente pode ser restabelecido estética e funcionalmente de modo convencional. Se a estrutura é inadequada, será necessário reforçar a coroa com ajuda de pinos intracoronários que podem ser de amálgama ou em metal pré-fabricado, e só então a coroa pode ser reconstruída com amálgama ou uma restauração indireta. Se o dente a ser restabelecido foi usado como um

apoio por prótese parcial ou se ficou situado no arco onde forças horizontais estão presentes, um reforço intracoronário com pinos metálicos será necessário. Estes pinos podem ser fundidos, ou pré-fabricados e podem receber um núcleo para uma futura restauração indireta.

Em 1990, El-Khodery et al.²⁵ compararam quatro técnicas restauradoras para reforçar dentes anteriores hígidos e tratados endodonticamente. Para esta pesquisa foram utilizados 20 incisivos centrais superiores recém-extraídos, que receberam o preparo biomecânico até a lima tipo K60. Os canais foram obturados com gutapercha pela técnica do cone único, usando como cimento endodôntico o Tubli-Seal. Os tratamentos utilizados foram:

- a) grupo 01: restauração da cavidade pela técnica convencional;
- b) grupo 02: foi realizado o condicionamento ácido, aplicação do sistema adesivo (Scotchbond – 3M) e preenchimento do canal radicular e da câmara pulpar com resina composta (Concise – 3M);
- c) grupo 03: foi realizado o preenchimento do canal radicular e câmara pulpar com amálgama (Amálgama Sydraloy);
- d) grupo 04: foi realizada a cimentação de um pino metálico (Cimento Durelon), seguido de restauração com resina composta (Concise).

Para os grupos 02, 03 e 04, foi realizado um preparo para núcleo com uma broca nº6 do Sistema Para-Post. Em seguida, os dentes foram montados em blocos de resina acrílica de 20mm X 30mm. Os espécimes foram então submetidos à força de compressão em ângulo de 45° na superfície lingual dos dentes (Máquina de Ensaio Universal – Instron) até a sua fratura. A velocidade usada foi de 5cm/min. A carga de fratura foi anotada e tabelada. Como resultado obtiveram a média de carga da



x 1495

fratura para cada grupo que foi de: 28,8Kg (Grupo 01); 45,8Kg (Grupo 02); 41,2Kg (Grupo 03) e de 37,6Kg (Grupo 04). Concluíram então que o método convencional foi o que apresentou os menores valores entre todos os espécimes testados e que o aumento de resistência à fratura em relação ao Grupo 01 foi de 59% (Grupo 02), 43% (Grupo 03) e de 30% (Grupo 04).

King & Setchell⁴⁴, em 1990, realizaram, *in vitro*, um estudo em que foi comparada a resistência à fratura e as falhas que ocorrem nos pinos de fibra de carbono (experimentais) e nos pinos pré-fabricados. Para isso, quatro grupos de dentes foram restaurados com: Grupo A: pinos Para-Post P-52, de liga preciosa, combinados com núcleo metálico fundido em ouro; Grupo B: pinos de fibra de carbono (CFRC) associados a núcleo de ouro; Grupo C: pinos de fibra de carbono com núcleos de resina composta; Grupo D: pinos pré-fabricados de aço inoxidável (Para-Post) com núcleo da mesma resina composta. Os corpos-de-prova receberam carga compressiva oblíqua a 50° até a fratura. Os resultados mostraram que as amostras do Grupo C apresentaram falhas, especialmente na interface pino/resina composta; os pinos de fibra de carbono exibiram fratura em "galho verde" devido ao esforço progressivo dessas fibras, enquanto que os pré-fabricados foram fletidos. Os autores concluíram que houve menor dano ao dente quando foram utilizados pinos de fibra de carbono quando comparados às reconstruções com pinos tipo Para-Post.

McDonald et al.⁵⁶, em 1990, realizaram um estudo *in vitro* para determinar se havia diferenças na resistência à fratura comparando-se três métodos diferentes de reconstrução de incisivos inferiores tratados endodonticamente. As coroas tinham apenas a abertura de acesso, estando preservada a maior parte da estrutura coronária. No grupo I, a guta-percha não foi removida e os dentes foram restaurados apenas com resina composta P-30. Nos demais grupos, houve a remoção da guta-percha (deixando os 5mm apicais) para a colocação de pinos pré-

fabricados na porção intra-radicular, sendo que o grupo II recebeu pinos de aço inoxidável Para-Post e o grupo III, pinos de fibra de carbono (CFRC). Todos os espécimes foram restaurados com a mesma resina composta do grupo I. Os corpos-de-prova foram, então, embutidos em resina acrílica até o limite de 1mm da união cimento-esmalte e foram submetidos a carga perpendicular até a fratura. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os grupos. Entretanto, deve-se considerar que o propósito deste estudo foi avaliar se os pinos proporcionavam um efeito de reforço radicular em dentes que não necessitavam de núcleos de preenchimento.

Em 1991, Burgess et al.¹¹, examinaram a força necessária para deslocar quatro tipos diferentes de pinos endodônticos cimentados com cimento resinoso e, submetidos a forças de tensão, torção e compressão. Utilizaram 120 premolares inferiores, cujas coroas e os tecidos pulparem foram removidos. O preparo para os pinos foi feito com brocas a até 9mm de profundidade e os pinos cimentados tinham 13mm de comprimento. Foram confeccionados núcleos de preenchimento em resina composta. Os espécimes foram submetidos a cargas, com uma angulação de 45°, em uma máquina de ensaio. Os pinos utilizados foram:

- a) um pino e uma resina experimental;
- b) pino Para-Post e resina Flexi-flow;
- c) pino V-Lock e resina Flexi-flow;
- d) pino Flexi-Post e resina Flexi-flow.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística ANOVA. Como resultados, o pino Flexi-Post foi o que melhor resistiu às forças de torção e de tensão, enquanto que o V-Lock foi melhor quando submetido à força de compressão.

Em 1991, Sorensen et al.⁷², avaliaram a resistência de molares inferiores tratados endodônticamente com vários tipos de restaurações. Para isso, molares inferiores recém-extraídos foram limpos, instrumentados e obturados. Os dentes foram divididos em sete grupos

experimentais, com dez dentes em cada, de acordo com o preparo e o tipo de restauração:

- a) grupo 01: os espécimes receberam núcleo corono-radicular em amálgama e coroa total;
- b) grupo 02: 1mm de estrutura coronária acima da margem da coroa, núcleo corono-radicular em amálgama;
- c) grupo 03: 2mm de estrutura dentária, núcleo corono-radicular em amálgama, coroa restaurada com *onlay* em amálgama;
- d) grupo 04: nenhuma estrutura dentária coronária, cimentação de um pino de aço Para-Post, núcleo em amálgama e coroa total;
- e) grupo 05: nenhuma estrutura dentária coronária, cimentação de um pino de aço Para-Post, núcleo em resina composta e coroa total;
- f) grupo 06: condicionamento com ácido fosfórico, adesivo dentinário, preenchimento corono-radicular com resina composta;
- g) grupo 07: preenchimento radicular até o acesso coronário com amálgama.

Os dentes restaurados foram submetidos a incidência de forças em um ângulo de 45°, em uma máquina de ensaio universal (INSTRON), até a fratura. Como resultados, as médias das cargas de resistência foram (em libras): 263,1 ± 67,9 (Grupo 01); 194,2 ± 51,5 (Grupo 02); 168,3 ± 48,5 (Grupo 03); 147,8 ± 32,0 (Grupo 04); 164,6 ± 41,8 (Grupo 05); 207,2 ± 36,2 (Grupo 06); 198,7 ± 43 (Grupo 07). Os dados foram submetidos à análise estatística, que não demonstrou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

Em uma revisão de literatura realizada por Abou-Rass¹, em 1992, foi discutida a natureza multifatorial da resistência dos dentes e foi observado que o tratamento endodôntico por si só não debilita os

dentes anteriores intactos. Entretanto, restauração de tais dentes requer colocação de pinos ou restaurações de cobertura total. Os dentes posteriores requerem proteção de cobertura completa do dente. As restaurações com cobertura completa podem apresentar algumas desvantagens ou deficiências quando comparadas a algumas restaurações retidas por pinos. A literatura suporta a utilização de retenção corono-radicular ou amálgama retido por pinos, como também a confecção do pino e núcleo com resina composta. A literatura não apóia o uso do ionômero de vidro como pino ou núcleo. Sobre qual sistema de pino selecionar, a literatura indica que os pinos apoiados paralelamente, Para-Post dentado ou Para-Post Plus são pinos seguros quando assentados passivamente no canal e cimentados com cimentos de fosfato de zinco ou cimento resinoso, ou ainda quando retidos por amálgama. Pinos retidos em dentina produzem estresse e deveriam ser evitados.

Em 1992, Godder et al.³², em seu trabalho, consideraram que um dos maiores desafios da odontologia restauradora é a restauração de dentes tratados endodonticamente. Citaram também que existem várias opções em técnicas e materiais, podendo o cirurgião-dentista contar com uma gama de mais de 20 sistemas de pinos pré-fabricados, que podem variar pelo seu desenho, cimento utilizado para a sua cimentação, material a ser usado para a confecção do núcleo, que podem ser usados conjuntamente para a realização da restauração final do dente. Os autores enfatizam, ainda, que o dente deve ser avaliado sobre suas condições de restauração e condição periodontal antes mesmo da realização do tratamento endodôntico. Se o clínico souber determinar qual material e técnica usarão para restaurar o dente, antes da terapia endodôntica, o endodontista poderá deixar o canal preparado para receber o pino, como parte integrante do tratamento endodôntico. Indicam também o uso de cimentos resinosos que são capazes de promover uma *esplintagem* cruzada da região interna da raiz, prevenindo assim as

fraturas futuras. Os autores consideram ainda que a seleção de um sistema de pinos depende de algumas condições clínicas:

1. Estado periodontal e comprimento da raiz suportada por osso alveolar;
2. Capacidade de restauração do dente;
3. Estado do tratamento endodôntico (sucesso do tratamento);
4. Diâmetro do canal radicular e extensão do preparo para conseguir uma íntima adaptação do pino;
5. Seleção do agente cimentante;
6. Restauração definitiva;
7. Oclusão e hábitos parafuncionais;
8. Custos para o paciente.

Seguindo a avaliação destes passos, o clínico pode selecionar e definir o tratamento que cada dente precisa para alcançar o sucesso do tratamento.

Uma revisão de literatura foi realizada por Gutmann³⁴, em 1992, onde foi verificado que a restauração de dentes tratados endodonticamente tem sido foco de controvérsias e empirismo. Os métodos de testes (longitudinais) têm tido sucesso em vários aspectos, mas algumas falhas são aparentes. As causas inerentes de falhas raramente são avaliadas e as limitações dos sistemas restauradores raramente são identificadas. Indiferentemente do sistema, o estudo deveria ser feito através do entendimento da anatomia e biologia da dentina e suporte radicular da restauração por parte do profissional, por que tanto os procedimentos endodônticos quanto os restauradores promovem alterações nos tecidos duros dentários.

Sornkul & Stannard⁷³, em 1992, testaram a resistência à fratura de raízes de premolares inferiores antes e após os procedimentos endodônticos e restauradores. Nesta pesquisa, foram utilizados 141 dentes, que foram montados em blocos de resina acrílica e, exceto para o

grupo controle, os demais espécimes foram instrumentados até a lima tipo K35 e obturados com cones de guta-percha e cimento endodôntico. Os dentes foram preparados com brocas do Sistema Para-Post e divididos nos seguintes grupos:

- a) grupo 01: serviu como controle, sem tratamento;
- b) grupo 02: foi usada resina composta (Adaptic) para preencher o preparo;
- c) grupo 03: o preparo foi irrigado com EDTA 17%, seguido de hipoclorito de sódio a 5,25%. Uma resina sem carga foi aplicada sobre as paredes e, em seguida, foi feito o preenchimento com resina composta (Adaptic);
- d) grupo 04: o preparo foi realizado com brocas de maior diâmetro e profundidade (Sistema Para-Post), os canais foram tratados com EDTA 17% e hipoclorito de sódio a 5,25%, mais sistema adesivo e cimentação de pino Para-Post com resina composta fotopolimerizável;
- e) grupo 05: o preparo foi realizado de forma semelhante à do grupo 04 e foi cimentado um pino (Will-Ceram) com cimento de Fosfato de Zinco;
- f) grupo 06: o preparo foi realizado de forma semelhante à do grupo 05, sendo que estes espécimes não receberam restauração;
- g) grupo 07: para este grupo, foram confeccionados 15 dentes em resina composta usando o molde de um dente preparado.

Para o ensaio, foi usada uma máquina de ensaio Instron, que realizou uma força de compressão a 45° em relação ao longo eixo dos dentes na interface entre a restauração e a dentina. Como resultados, os grupos 01 e 03 apresentaram as maiores médias de valores de resistência; quando foram usados pinos pré-fabricados com resina composta (grupo 04) a resistência à fratura diminuiu; para os grupos 02 e 05, os valores foram

semelhantes entre si; o grupo 06, sem restauração, mas com o preparo realizado, foi o que apresentou os menores valores de resistência. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos ($p < 0,05$). Pelo Teste T, o Grupo 06 apresentou-se inferior aos demais grupos. Concluíram assim que o uso de núcleo em resina e o uso de EDTA para remover a camada residual podem auxiliar no sucesso do tratamento quando o dente possui estrutura remanescente.

Em 1992, Trope & Ray⁷⁸ avaliaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. As coroas de todos os dentes foram seccionadas na junção cimento-esmalte. Para tanto, os canais radiculares de 48 caninos foram preparados por 4 métodos diferentes (12 dentes para cada grupo):

a) grupo 01: foi usado cimento de ionômero de vidro (Ketac-Endo) de acordo com as instruções do fabricante. O cimento foi manipulado em uma placa de vidro resfriada e, em seguida, inserido no canal radicular com o auxílio de um lântulo. O cone de guta-percha nº55 foi delicadamente inserido e adaptado no interior do canal, no comprimento de trabalho. Após, o material obturador foi cortado com instrumental aquecido a 1mm abaixo da junção cimento-esmalte, deixando um espaço para preenchimento temporário;

b) grupo 02: os canais não foram instrumentados e a cavidade para a restauração provisória foi feita com broca nº02;

c) grupo 03: os canais foram instrumentados, mas não foram obturados. A cavidade foi realizada de forma semelhante a do grupo 02;

d) grupo 04: os canais foram instrumentados, obturados pela técnica da condensação lateral ativa com cones de guta-percha e cimento Roth 801, o qual foi colocado no

canal com a ajuda de um lântulo. O excesso de material obturador foi cortado 1mm abaixo da junção cimento-esmalte, deixando espaço para a restauração provisória.

As cavidades foram seladas com cimento provisório Cavit.

Em todos os espécimes, a parede lingual foi cortada 2mm abaixo da parede vestibular. A porção apical dos dentes foi colocada em um bloco de resina acrílica, deixando 12mm da parede vestibular exposta. Foi aplicada uma força progressiva na junção da parede vestibular com o espaço do canal radicular até ocorrer a fratura. A força de fratura da parede vestibular do canal foi anotada e os resultados de cada grupo foram comparados. Todos os dentes foram fraturados na junção da parede vestibular com a resina acrílica. A instrumentação dos canais radiculares enfraqueceu significativamente as raízes. A obturação dos canais radiculares com cimento Roth 801 não reforçou as raízes. A obturação dos canais com cimento de ionômero de vidro (Ketac-Endo ESPE) reforçou significativamente as raízes quando comparadas com as raízes instrumentadas e não obturadas e com os dentes obturados com guta-percha e cimento Roth 801. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o Grupo 01 (cimento de ionômero de vidro e guta-percha) e o Grupo 02 (raízes não instrumentadas).

Yaman & Thorsteinsson⁸⁰, em 1992, realizaram um estudo para verificar as tensões induzidas na instalação de retentores intra-radiculares e também a influência do material de preenchimento na transmissão de esforços às estruturas subjacentes, por meio de fotoelasticidade. Para isso, quarenta pinos foram embutidos em material fotoelástico e divididos em quatro grupos:

- a) grupo 1: pinos Para-Post Plus ~~sem~~ sem preenchimento (Controle);
- b) grupo 2: pinos Para-Post Plus com resina composta autopolimerizável (Concise);
- c) grupo 3: pinos Para-Post Plus com amálgama (Tytin);

d) grupo 4: núcleos metálicos fundidos.

O cimento de Fosfato de Zinco foi utilizado como agente de cimentação e, em seguida, foram confeccionados núcleos de preenchimento com o diâmetro de aproximadamente 4,5mm. As cargas de testes foram aplicadas no sentido axial para a metade dos grupos e inclinada a 26° para a outra metade. O estresse na cimentação foi praticamente nulo para os núcleos metálicos fundidos e menor para os grupos com pinos pré-fabricados, especialmente na região apical quando foi empregada a resina composta. Quando submetido a carga vertical, foi verificado um aumento significativo do esforço, sendo menor para o grupo controle, seguido pelo grupo com resina composta e pelo do amálgama. Quando comparado ao grupo controle, o grupo com núcleo metálico fundido apresentou o dobro do estresse. Com relação à distribuição dos esforços nos grupos com preenchimento, estes concentraram-se na região cervical, estando mais bem distribuídos nos pinos do grupo controle. Quando foram aplicadas as cargas inclinadas a 26°, foi verificado um acúmulo de esforço na região da carga compressiva, concentrada principalmente no terço cervical dos grupos com núcleo metálico fundido e núcleo de preenchimento. Os autores citaram que a região que recebe a maior concentração de esforços é de fundamental importância para a clínica, pois desta forma, o dente a ser restaurado pode apresentar uma perda de suporte periodontal, fato este que já deveria estar previsto no planejamento e durante a seleção do pino a ser utilizado, para que a distribuição de esforços possa ser mais adequada ao caso em questão.

Tjan & Abbate⁷⁶, em 1993, aferiram a temperatura da superfície radicular durante a preparação do espaço para pinos utilizando: brocas Peeso, brocas Gates-Glidden, brocas Diamantadas, brocas do Kit Para-Post e brocas do Kit Kurer. Nesta pesquisa, foram utilizados 25 dentes, incisivos centrais superiores, que tiveram suas coroas seccionadas e foram divididos em 5 grupos. Na parte superior da raiz, foi colocada uma sonda térmica acoplada e interligada a um termômetro

digital onde foi realizada a medida e a anotação da temperatura alcançada durante o preparo da raiz. Os espécimes foram montados em um aparato onde era possível controlar a velocidade (5000 RPM) e a pressão da peça-de-mão (20g). As brocas foram utilizadas em uma profundidade de 6mm e 1,5mm de diâmetro. Os testes foram realizados a uma temperatura de $28\pm 1^{\circ}\text{C}$. Como resultados, a média da temperatura e a diferença entre a maior e a menor temperatura foram respectivamente: para as brocas Peeso, 15,6 (4,83); Brocas diamantadas 8,8 (1,52); Kurer 7,8 (1,48); Gates-Glidden 4,1 (1,48) e Para-Post 2,3 (1,14). Concluíram, então, que o calor transferido para a superfície externa da raiz variou de acordo com o tipo de broca utilizada e esta alteração de temperatura pode ser suficiente para causar danos térmicos ao periodonto.

A resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com novos sistemas adesivos foi avaliada por Hernandez et al.³⁵, em 1994. Para isso, confeccionaram preparos MOD em 60 dentes tratados endodonticamente e que foram, em seguida, restaurados por 6 métodos diferentes:

- a) grupo 01: as cavidades foram limpas e secas por 10s, condicionadas e, com a utilização de uma matriz de metal, foram restauradas com resina composta quimicamente ativada (Concise);
- b) grupo 02: o esmalte e a dentina dos espécimes foram limpos, secos e condicionados com All Etch por 30s. Foi utilizado o All Bond II primer e adesivo e a restauração foi realizada com resina composta fotoativada (Prisma APH);
- c) grupo 03: as cavidades foram limpas e secas, foi usado o Prisma Universal Bond 3 primer e o prisma Universal Bond 3 adesivo e a restauração foi realizada com resina composta (Prisma APH);

d)grupo 04: as cavidades foram limpas e secas e, em seguida, as pastas base e catalisadora (Tenure A e B Solution) foram misturadas e inseridas na cavidade;

e)grupo 05: as cavidades foram limpas e secas e, em seguida, foi aplicada uma camada de Prisma Universal Bond 3, como base (3mm) foi usado o Variglass VLC, após, foi adicionada uma nova camada de prisma Universal Bond 3 e para finalizar, uma camada de resina composta (Prisma APH);

f)grupo 06: as cavidades foram limpas, secas e, em seguida, restauradas com Amalgambond.

Os espécimes foram submetidos a forças de compressão com inclinação de 150° na cúspide lingual em uma máquina de ensaio universal (Instron) até a sua fratura. A análise estatística dos resultados revelou que houve diferença significativa entre os espécimes que foram restaurados com Tenure Core Past, Variglass VLC e Prisma APH, os quais apresentaram maior resistência em relação aos restaurados com Concise. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os demais grupos.

Quanto à utilização de resina no interior dos canais radiculares para conferir aos mesmos uma maior resistência, Lui⁵¹, em 1994, comparou a utilização de pinos plásticos de transmissão de luz com técnicas convencionais de fotopolimerização. Foram utilizados seis diâmetros de pinos diferentes. Observou que existe uma diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos. Verificou, ainda, que com o uso destes pinos transmissores é possível realizar a cura da resina a até uma profundidade de mais de 11mm.

Em 1995, Cohen et al.¹⁶ restauraram noventa dentes uniradiculados com três sistemas de pinos pré-fabricados (Flexi-post: EDS-USA; Para-Post: Whaledent-USA; V-Lock: Brasseler-Germany) e três tipos de materiais de preenchimento (Ketac-Silver, Ti-core e Tytin), perfazendo nove grupos. Os dentes foram preparados e receberam os

diferentes tipos de pinos, todos cimentados com cimento de Fosfato de Zinco. Os preenchimentos foram feitos com o auxílio de uma matriz e preparados com pontas diamantadas até a altura de 4,5mm e os espécimes foram submetidos a esforços em 45° até o deslocamento do material de preenchimento do respectivo pino. Segundo os autores, a aplicação direta da carga ao conjunto pino-preenchimento resultou em situação de esforço máximo. Os melhores resultados foram obtidos com a combinação da resina Ti-core, reforçada com titânio, com os pinos tipo Flexi-Post e V-Lock. O estudo mostrou que houve uma interação significativa, do ponto de vista estatístico, entre o tipo de material de preenchimento e de pino. Da mesma forma, pôde-se inferir que as falhas ocorreram na interface mais frágil (pino/resina de preenchimento), pois não ocorreram falhas adesivas nem fraturas dos dentes. Os autores mencionaram que ambos os pinos têm extremidade coronária com conformação muito volumosa e com sulcos verticais e horizontais de retenção, que permitam maior embricamento mecânico do preenchimento ao pino.

Em 1995, Loney et al.⁴⁹, buscaram verificar em sua pesquisa se a ação de cargas em diferentes angulações sobre dentes restaurados poderia afetar a resistência à fratura destes dentes. Utilizaram 30 incisivos centrais superiores humanos extraídos, que foram preparados endodonticamente a até 5mm do ápice. Foram cimentados pinos intra-radulares, Para-Post e coroas com cimento de Fosfato de Zinco. Os dentes foram divididos em 3 grupos com 10 dentes cada. Sobre cada grupo foram aplicadas forças incidindo sob angulações de: 110°, 130° e 150° em relação ao longo eixo do dente. Como resultado, verificaram que: para o grupo com força incidindo a 110°, a média de valores de carga até a fratura foi de 372.4N±140.8; para 130° foi de 597.6±138.5N e para 150° foi de 1274.3±429.9N. Concluíram que diferenças entre o ângulo da força aplicada sobre dentes restaurados com pinos podem influenciar na sua resistência à fratura.

Em 1996, Cathro et al.¹⁴, avaliaram a resistência à fratura de coroas em dentes tratados endodonticamente, com núcleo confeccionado em resina composta, sem pinos, alguns sem estrutura dentinária coronária remanescente e outros com colar de dentina remanescente de 1mm, comparando com dentes não restaurados, hígidos. Para esta pesquisa, utilizaram trinta incisivos centrais superiores que foram divididos em três grupos:

- a) grupo 01: controle, constituído por dentes intactos;
- b) grupo 02: dentes com a raiz preenchida por resina composta, núcleo confeccionado em resina composta, 1mm de colar de dentina e coroa em prata-paládio;
- c) grupo 03: raízes preenchidas em resina composta e núcleo confeccionado em resina composta.

Os dentes foram golpeados de maneira moderada, vestibularmente para simular uma situação comum de trauma. Estes golpes foram realizados com o auxílio de um dispositivo em forma de pêndulo e a resistência foi determinada pelo cálculo da energia absorvida. Como resultados, os autores verificaram que não foram constatadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos 01 e 02. O grupo 03 apresentou uma diminuição da resistência à fratura. Os dentes com colar de dentina foram os que mais sofreram fratura na margem lingual da coroa em direção ao alvéolo.

Em 1996, Kahn et al.⁴⁰ realizaram um estudo *in vitro* com a finalidade de avaliar e comparar a resistência de 3 sistemas de pinos pré-fabricados intra-radiculares, quando submetidos a forças laterais. Nesta pesquisa, foram utilizados sessenta premolares humanos uniradiculados que foram instrumentados até a lima tipo K35, escalonados e obturados endodonticamente. A porção coronária de 45 dos sessenta dentes foi removida de maneira que o espécime permanecesse com 13mm; os outros 15 dentes tiveram as suas coroas removidas de maneira que as suas raízes permanecessem com 17mm de

comprimento. Três grupos com raízes de comprimento de 13mm receberam os seguintes sistemas de pinos pré-fabricados:

- a) grupo 01: pinos do Sistema Cytcopost;
- b) grupo 02: pinos do Sistema V-lock Active Post;
- c) grupo 03: pinos do Sistema Flexi-Post;
- d) grupo 04: Controle, formado por 15 espécimes de 17mm de comprimento e que não receberam pinos.

Os espécimes receberam núcleos em amálgama de prata e o preparo foi realizado. Sobre os preparos, foram confeccionadas e cimentadas coroas e, em seguida, os espécimes foram submetidos a termociclagem (5°C a 50°C, por 30 min a 100 ciclos). Os espécimes foram testados em uma máquina de ensaio universal (Instron) com força de compressão a 45° até a fratura. Como resultado, não foram notadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos experimentais. As fraturas radiculares foram avaliadas em um projetor de perfil e classificadas da seguinte maneira:

- a) Classe 1: 0 a 15° de angulação;
- b) Classe 2: 16 a 40°;
- c) Classe 3: 41 a 65°;
- d) Classe 4: 31 a 65°, com fratura abaixo da margem da coroa.

Foi observada fratura oblíqua radicular em todos os dentes. Não houve falha no cimento, fratura do pino ou separação do núcleo/pino. Foi verificada diferença estatisticamente significativa entre o grupo Flexi-Post e o Controle.

Love & Purton⁵⁰, em 1996, compararam a rigidez de dez pinos de 1,4mm de fibra de carbono serrilhados, dez pinos de 1,4mm de fibra de carbono lisos e dez pinos Para-Post de 1,25mm. Os pinos de fibra de carbono lisos apresentaram rigidez significativamente maior em relação aos outros grupos; os de fibra de carbono serrilhados apresentaram rigidez significativamente menor, porém similar a dos pinos Para-Post. A comparação na retentividade da resina composta foi

significativamente menor para o de fibra de carbono serrilhado que para o liso, mas muito semelhante a do Para-Post. Os resultados demonstraram que a resistência à tração foi menor para o pino de fibra de carbono (C-Post), ao contrário do declarado pelo fabricante, o que talvez se deva à metodologia empregada. Os autores comentaram também que o módulo de elasticidade varia na fibra de carbono conforme o ângulo de incidência da força, enquanto os fabricantes atribuem valores iguais aos da dentina.

Mendoza et al.⁵⁷, em 1997, avaliaram a capacidade de reforços confeccionados em resina composta de aumentar a resistência estrutural da área enfraquecida dos dentes contra fraturas. Utilizaram quarenta raízes de caninos tratados endodonticamente, que foram divididas em quatro grupos:

- a) grupo 01: foi utilizado um Pino Dentatus nº4 cimentado com Cimento de Fosfato de Zinco;
- b) grupo 02: foi utilizado um Pino Dentatus nº4 cimentado com cimento Panavia;
- c) grupo 03: foi utilizado um Pino Dentatus nº4 cimentado com cimento C & B meta-Bond;
- d) grupo 04: foi utilizado um Pino Dentatus nº4, adaptado com resina composta Z100 e cimentado com agente adesivo de cura dual.

Para simular um dente enfraquecido, o canal pulpar foi alargado circunferencialmente com brocas de forma que a parede de dentina remanescente ficou com espessura de apenas 1mm. Antes da cimentação dos pinos, os canais foram condicionados com ácido fosfórico a 10% por 30s, lavados e secos. Nos grupos 1, 2 e 3, o cimento foi inserido com uma broca de Lântulo e, só então, o pino também revestido pelo cimento foi inserido no canal. No grupo 04, os pinos foram cimentados após a utilização do Sistema Luminex, que se deu da seguinte forma: foi aplicado e fotopolimerizado o sistema adesivo dual (Scotchbond, 3M) nas paredes de dentina do canal e, em seguida, o canal

foi preenchido por resina composta (Z100, 3M), só então o pino transparente foi cuidadosamente inserido no interior do canal e a fotopolimerização se deu por 60s, após, o pino transparente foi removido e no seu lugar foi cimentado, com sistema adesivo dual, um pino (Dentatus nº4). As raízes foram montadas em blocos de resina acrílica e os espécimes foram submetidos a forças de compressão com angulação de 60° de inclinação em uma máquina de ensaio Instron. Como resultados, o grupo 02 (Panavia) foi estatisticamente mais resistente que o Grupo 01 (Cimento de Fosfato de Zinco); os grupos 03 e 04 também foram mais resistentes do que o grupo 01, mas esta diferença não foi estatisticamente significativa.

Sidoli et al.⁶⁹, em 1997, compararam o comportamento de dentes tratados endodonticamente e restaurados de quatro maneiras diferentes: a) grupo 1: sistema Composipost; b) grupo 2: pino pré-fabricado de aço inoxidável e preenchimento em resina composta; c) grupo 3: núcleo metálico fundido em ouro; d) grupo 4: tratamento endodôntico sem sistema de reconstrução. Outro dado importante foi o local da fratura: os autores consideraram favorável o local passível de nova reconstrução e desfavorável quando inviabilizava o dente do ponto de vista de reconstrução protética. Os resultados foram desfavoráveis em 100% dos dentes do grupo 3 e 80% do grupo 4, enquanto que os pinos de fibra de carbono foram os que tiveram maior percentual de falhas em locais que os autores classificaram como favoráveis, na interface do Composipost com o material de preenchimento.

Akkayan & Caniklioglu², em 1998, examinaram o aumento de resistência à fratura, proporcionado por quatro sistemas de pinos: Cast-Post; Para-Post; Flexi-Post e Fil-Post e compararam com um grupo formado por dentes que tinham apenas núcleos (sem pinos). Para isso, utilizaram 50 caninos superiores divididos em cinco grupos de dez espécimes cada. O orifício dos canais foi alargado com brocas Gates-Glidden nº2 e três e os canais foram preparados até a lima tipo K55 e,

em seguida, escalonados. Os núcleos de preenchimento foram confeccionados com cimento de ionômero de vidro modificado por metal (Ketac-Silver). Após o preparo dos núcleos, foram confeccionadas coroas, as quais foram cimentadas com cimento de Fosfato de Zinco. Todos os espécimes foram cobertos por uma fina camada de 0,2mm de borracha de silicone para simular o ligamento periodontal e foram incluídos em resina acrílica envolvida por um cilindro de alumínio. As amostras foram submetidas a força de compressão à 130° em uma máquina de ensaio (Instron 1186). A velocidade empregada para o ensaio foi de 1mm/min. até a fratura. Os valores foram analisados estatisticamente (ANOVA; Teste de Tuckey), e a menor média de resistência foi observada no grupo que usou apenas o material para núcleo e sem o pino (52Kg); seguido pelo Fil-Post (60Kg). O Flexi-Post foi o que apresentou a maior resistência (113Kg), seguido pelo Para-Post (105Kg) e pelo Cast-Post (82Kg). Não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre o Para-Post e o Flexi-Post e também entre o Fil-Post e o grupo com apenas o núcleo. Estes achados sugerem a importância de escolher bem o sistema de pinos para conseguir o máximo em resistência à fratura em dentes tratados endodonticamente.

Christensen¹⁵, em 1998, relata que o aumento do uso de coroas e próteses fixas tem sido associado à necessidade da utilização de pinos e núcleos. Em sua revisão de literatura, o autor afirma que a maioria dos profissionais tem usado pinos pré-fabricados associados à confecção de núcleos que são mais rápidos, fáceis e baratos, além de serem mais conservadores quando comparados a núcleos metálicos fundidos. Quanto à questão de quando utilizar os pinos, o autor afirma que existem variáveis clínicas relacionadas a este assunto e o mesmo declara, ainda, que se menos da metade da estrutura coronária permanecer é impreterível que se use pino com núcleo melhorando, assim, a adequada conexão da estrutura radicular ao núcleo coronário. Quanto aos tipos de pinos mais comumente usados, sabe-se que estes variam de acordo com

a sua composição, podendo ser de metal (vários tipos), resinas reforçadas por fibras, fibras de carbono e cerâmica. A cimentação dos pinos geralmente é feita com cimentos resinosos de cura dual ou de autocura. Quanto ao núcleo, este geralmente é confeccionado em resina composta. O autor concluiu, assim, que pinos pré-fabricados com núcleo em resina composta têm sido o procedimento mais utilizado pelos profissionais e o mesmo defende, ainda, que este procedimento continuará aumentando devido à tendência corrente que existe em manter cada vez mais tempo o dente na boca.

Takehashi et al.⁴¹, em 1998, avaliaram clinicamente, por um período de 15 meses, 24 pinos de zircônia (Cosmopost) que receberam núcleo (IPS Empress) e restauração com coroas de cerâmica (IPS Empress). Os resultados comprovaram que este sistema constitui uma excelente modalidade de tratamento, especialmente quando comparado com pinos metálicos. Todos os pacientes demonstraram satisfação com a utilização dos mesmos. Quanto à retenção, que foi avaliada na segunda parte deste estudo, foi analisado se o condicionamento da superfície e a termociclagem podiam influenciar na retenção do núcleo prensado ao pino comparados com pinos que não receberam núcleo prensado, e observaram que os pinos com a superfície não tratada e prensados com núcleo apresentaram maior média de retenção que os outros grupos.

Katebzadeh et al.⁴², em 1998, avaliaram o efeito da resistência interna de uma técnica de reforço com resina. Para isso, usaram 100 incisivos centrais superiores que foram divididos em 5 grupos: no Grupo 1, não foi realizado qualquer preparo cervical e a cavidade de acesso foi restaurada com resina composta (controle positivo); nos grupos 2 a 5, os dentes foram alargados internamente para simular dentes permanentes jovens e o material de obturação foi removido 3mm abaixo da junção amelo-cementária; no grupo 2, o acesso foi restaurado com resina composta no nível da junção amelo-cementária

(controle negativo); no grupo 3, o acesso foi restaurado utilizando resina composta 3mm apicalmente à junção, com um pino transparente para transporte da luz polimerizadora; o grupo 4 foi tratado de maneira similar ao grupo 3, entretanto, utilizando um pino de cor opaca substituindo o pino transparente; o grupo 5, recebeu tratamento similar ao grupo 3, mas um pino metálico foi cimentado no lugar do pino transparente. Os dentes foram submetidos à compressão e a força necessária para fraturá-los foi anotada para cada grupo. Como resultados, verificou-se que todas as técnicas utilizando a resina aumentaram a resistência do dente quando comparado ao grupo controle negativo, e os grupos experimentais (3 a 5) não apresentaram valores significativamente diferentes do grupo controle positivo.

Fraga et al.²⁹, em 1998, avaliaram a resistência de raízes tratadas endodonticamente, após restauração por duas técnicas diferentes. Para isso, utilizaram vinte e sete dentes unirradiculados extraídos, que apresentavam características anatômicas semelhantes e que foram seccionados para obter o mesmo comprimento em todos os espécimes. As 14 raízes do grupo 01 foram restauradas com pinos metálicos fundidos (liga de níquel-cromo), cimentados com cimento de fosfato de zinco. No grupo 02, treze raízes foram restauradas com pinos pré-fabricados, cimentados com o mesmo cimento e rosqueados cuidadosamente até conseguir ancoragem. A coroa foi reconstruída com resina composta híbrida (Prisma APH). Para o ensaio, foi utilizada uma máquina de teste universal, com aplicação de força sobre o terço cervical dos espécimes, em um ângulo de 45° com o longo eixo dos dentes. Os resultados demonstraram que em todos os espécimes do grupo 01, a fratura ocorreu na região cervical da raiz, enquanto que, no grupo 02, a resina composta fraturou em todos os espécimes. Os resultados comprovaram uma força de resistência estatisticamente maior no grupo 01 do que no grupo 02. A análise das secções, em estereomicroscópio,

demonstrou que não houve linhas de fraturas na dentina, onde o pino estava ancorado, para nenhum dos espécimes.

Quintas⁶⁵, em 1998, avaliou o possível efeito de tratamentos superficiais em pinos de fibra de carbono lisos, quando comparados aos pinos serrilhados, na retenção à resina composta empregada na confecção de núcleos de preenchimento. Foram utilizados cinquenta pinos de fibra de carbono (C-Post, Bisco, USA), divididos em cinco grupos: os quatro primeiros grupos foram constituídos por pinos do tipo liso e o último grupo por dez pinos do tipo serrilhado. Os pinos lisos receberam tratamentos superficiais descritos a seguir: Grupo A: jateamento com óxido de alumínio; Grupo B: pontas diamantadas de granulação média; Grupo C: pontas diamantadas para facetas laminadas; Grupo D: usinagem da extremidade coronária. O grupo E era constituído por pinos de fibra de carbono serrilhados pelo fabricante. Foram desenvolvidas matrizes de resina acrílica com um leito ajustado para conter o pino, com um alargamento na porção coronária para posterior preenchimento da resina composta. Após o tratamento superficial, todos os pinos receberam camadas de primer (Primer B, Bisco, USA), foram secos e então ajustados à matriz de resina, colocando a resina composta autopolimerizável (Core-Flo, Bisco, USA) na porção coronária para um núcleo de preenchimento de 3mm. As amostras foram submetidas a termociclagem e armazenadas em água destilada por uma semana. Os espécimes foram testados através de ensaios mecânicos de tração, à velocidade de 0,5mm/min, até o deslocamento do conjunto ou a fratura da resina do núcleo. As conclusões foram as seguintes: a) o tratamento superficial nos grupos tratados por meio de jateamento (grupo A), pontas diamantadas para facetas laminadas (*depth cutter*) (grupo C) e alterações da morfologia da extremidade coronária (grupo D) conferiram aos pinos lisos valores de retenção comparáveis aos dos pinos serrilhados (grupo E) nos ensaios de tração, porém, sem diferença estatisticamente significativa entre estes grupos; b) os pinos tratados por meio de pontas diamantadas

de granulação média (grupo B) obtiveram valores de retenção menores que os demais grupos; c) as observações feitas em MEV mostraram que houve alterações superficiais em todos os grupos com tratamentos (A, B,C e D), as quais eram diferentes entre si e quando comparadas aos pinos lisos sem tratamento; d) do ponto de vista clínico, recomenda-se a utilização dos pinos lisos tratados por meio de jateamento, pontas diamantadas para facetas laminadas (*depth cutter*) ou usinagem na extremidade coronária.

Asmussen et al.⁶, em 1999, buscaram determinar a dureza, o limite de elasticidade e a resistência de pinos endodônticos recém introduzidos no mercado. Para tanto, utilizaram dois tipos de pinos de zircônia (Biopost e Cerapost), um de titânio (PCR) e um de fibra de carbono (Composipost), sendo que foram usados dez espécimes para cada tipo de pino. Os pinos foram cimentados em canais radiculares artificiais, que foram montados em blocos e submetidos a uma força de compressão a 45° numa máquina de teste universal Instron, com velocidade de 5mm/min para produzir uma curva que caracterize a força de deflexão. A dureza foi definida como a força necessária para causar uma deflexão de 0,05mm no pino, o limite de elasticidade foi tomado no momento em que a curva força-deflexão começou a desviar da linha reta e a resistência foi caracterizada pela curva máxima. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre o Biopost e o Ceropost. O PCR foi o que apresentou menor dureza, menor limite de elasticidade e maior resistência. O Composipost apresentou valores mais baixos que os demais grupos.

Em 1999, Cohen et al.¹⁷, avaliaram *in vitro* os pinos intraradiculares Flexi-Post e C-Post quanto à sua retenção e stress fotoelástico, quando submetidos a duas condições de carga: uma vertical (133,2N/453,59g) e uma oblíqua a 26° (133,2N/453,59g). Para a pesquisa, foram utilizados dois grupos com dez dentes unirradiculados cada (caninos e incisivos centrais superiores), que foram preparados com

os pinos em questão: Grupo 1: Flexi-Post e Grupo 2: C-Post. Os pinos foram cimentados com cimento de Fosfato de Zinco nos dentes que receberam o preparo prévio para a sua adaptação e não foram obturados endodonticamente. Os espécimes foram montados em blocos de resina acrílica de maneira que o dente/pino emergisse horizontalmente. Após a estocagem dos espécimes em temperatura ambiente por uma semana, estes foram acoplados em gabaritos especiais a uma máquina de ensaios (MTS 810 Material Testing System), onde foram submetidos aos testes. Para a análise fotoelástica foram criados quatro grupos, de duas amostras cada, como segue:

- a) grupo 3: Flexi-Post submetido à força vertical;
- b) grupo 4: Flexi-Post submetido à força oblíqua a 26°;
- c) grupo 3: C-Post submetido à força vertical;
- d) grupo 3: C-Post submetido à força oblíqua a 26°.

A análise foi realizada seguindo observações visuais baseadas na capacidade de transparência do material plástico, onde as amostras estavam inseridas, de exibir alterações sob luz polarizada quando submetido ao estresse (133,2N). Estas representam as zonas de estresse cuja intensidade e concentração variam segundo uma tabela de cores. Os resultados foram tabelados e submetidos à análise estatística, que revelou que o grupo do Flexi-Post foi estatisticamente melhor (1180,6N) do que o grupo do C-Post (171,8N) quanto à retenção. Quanto à distribuição do estresse, o C-Post apresentou uma distribuição assimétrica apical, enquanto que o Flexi-Post distribuiu o stress de forma mais simétrica. Desta forma, os autores concluíram que o Flexi-Post tem o seu uso mais indicado, pois apresenta uma melhor retenção e distribuição do estresse quando submetido a forças.

Isidor et al.³⁶, em 1999, avaliaram a influência de pinos e da extensão do término do preparo sobre a resistência à fadiga provocada por cargas cíclicas sobre os dentes com pinos de titânio pré-fabricados (Para-Post) e coroas. Foram usados 90 dentes bovinos com

comprimentos e dimensões similares. As raízes foram cobertas por uma camada de 60 μ m de borracha de silicone para simular o ligamento periodontal (24h para a secagem). Os dentes foram montados em blocos de resina acrílica, de maneira que 15mm de raiz ficassem no interior do bloco. Em seguida, as coroas foram seccionadas, permanecendo 5mm acima do bloco. Os espécimes foram divididos em nove grupos com dez dentes cada. Os grupos foram divididos de acordo com as seguintes combinações de pinos: 5mm, 7,5mm e 10mm e extensão do término do preparo de 0mm, 1,25mm e 2,5mm. O cimento usado foi o de Fosfato de Zinco. Os pinos foram cimentados de maneira que 2,5mm do pino ficasse para fora da raiz. Os núcleos foram preparados com resina composta (Concise). Foram cimentadas as coroas que apresentavam uma inclinação de 45° em relação ao longo eixo dos dentes. Todos os espécimes foram submetidos a cargas cíclicas de 400N com frequência de uma carga por segundo. Quase todos os espécimes apresentaram fratura radicular, exceto dois espécimes que tiveram a extensão do término do preparo em 0mm, que fragmentaram na região do núcleo. Um aumento estatisticamente significativo da resistência foi observado com o aumento da extensão do término, e foi verificado também que o aumento do comprimento do pino não aumentou a resistência à fratura. Os autores concluíram assim que a extensão do término foi mais importante do que o comprimento do pino no aumento da resistência à fratura de dentes com coroa submetida a cargas cíclicas.

Mannocci et al.⁵⁴, em 1999, avaliaram e compararam a performance de dentes restaurados com pinos de fibra de quartzo (Aestheti Plus), pinos de fibra de carbono-quartzo (Aestheti Post) e pinos de dióxido de zircônia (Cerapost), os quais receberam coroas em cerâmica pura e foram submetidos a um teste de resistência a cargas cíclicas em ambiente molhado. Foram utilizados quarenta premolares humanos que foram tratados endodonticamente. Após a obturação endodôntica, foram removidos 8mm desta com o auxílio de brocas do tipo

Largo. Em seguida foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico a 38%. O sistema adesivo utilizado foi All Bond 2 (Bisco-Itasca IL, USA) e o cimento foi o C&B (Bisco-Itasca IL, USA). Os dentes foram montados em blocos de resina acrílica com ligamento periodontal simulado. Em seguida os pinos foram cimentados e foi realizado a confecção dos núcleos em resina composta. Aos grupos experimentais foi adicionado um grupo sem pino (controle). Após a cimentação das coroas os espécimes foram submetidos a ação de cargas intermitentes, a uma angulação de 45° em relação ao longo eixo dos dentes, com uma frequência de dois ciclos por segundo, com uma carga de 250N. Os ciclos de cargas paravam automaticamente logo após a falha (fratura radicular, fratura da coroa, fratura do pino e perda da cimentação de pino e coroa). A máquina parava também após 400000 impactos caso a falha não ocorresse. Durante este teste, os espécimes permaneceram submersos em água. Como resultado final, todos os grupos experimentais com pinos em fibra foram estatisticamente superiores ao grupo controle, entretanto, o grupo dos pinos de dióxido de zircônia apresentaram resultados inferiores aos dos demais grupos experimentais. Os autores concluíram assim que os pinos de fibra com núcleo em resina, associados a coroas em cerâmica pura reduzem ao mínimo o risco de fraturas radiculares.

Sirimai et al.⁷¹, em 1999, avaliaram a resistência à fratura radicular vertical de dentes extraídos e tratados com sistemas de pinos modificados com fibras de polietileno (Ribbond), comparado com dentes tratados com sistemas de pinos convencionais. Utilizaram sessenta incisivos centrais superiores, extraídos, que receberam tratamento endodôntico e preparo para coroa. Os espécimes foram divididos em seis grupos de dez dentes cada, que receberam os seguintes pinos: fundidos; de titânio; de fibra de polietileno associado a resina composta; de fibra de polietileno com resina composta e pino de titânio; de fibra de polietileno com resina composta e pinos Para-Post; e somente Para-Post. Os espécimes foram montados em blocos de resina acrílica com uma

camada de polivinil siloxano cobrindo as raízes e foram aplicadas cargas, sobre eles, em um ângulo de 130°, por uma máquina de teste universal. Como resultados, os pinos e núcleos metálicos apresentaram um maior limiar de falhas do que os outros, exceto para os pinos pré-fabricados associados com resina. Todas as falhas no grupo com pino metálico envolveram fratura do dente, considerando que: 70% dos dentes com pinos de tamanho equivalente, apoiados paralelamente e com núcleo em resina, apresentaram falhas do pino e núcleo resultando em fratura dentária e os outros 30% apresentaram fratura do núcleo. As fibras associadas aos pinos apresentaram menor resistência do que os outros grupos. Concluíram, assim, que as fibras de polietileno associadas a resina composta, sem pinos pré-fabricados, apresentaram menor número de fraturas radiculares cervicais; pinos pré-fabricados, de pequeno diâmetro, associados com fibras e resina composta, apresentaram uma maior resistência à fratura e o tradicional pino metálico com núcleo foi o mais resistente.

Em 2000, Burmann et al.¹², estudaram a resistência à fratura de dentes bovinos despulpados restaurados através de pinos pré-fabricados *in vitro*. Para tanto, utilizaram trinta incisivos bovinos que foram divididos em três Grupos: a) G1 Pino Cosmopost (Ivoclar-Liechtenstein); b) G2 Pino Aesthetic Post + All Bond 2 + Post Cement HI-X (Bisco Inc. USA) e c) G3 incisivos bovinos hígidos. As raízes com 15mm de comprimento foram imbutidas em blocos de resina acrílica autopolimerizável com uma camada de 0,2mm de silicona de adição (Aquasil-Dentispaly Brasil) para simular o ligamento periodontal. A porção coronária foi confeccionada em resina composta fotopolimerizável Z-100 (3M-USA) por meio de uma matriz transparente padrão. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C durante 24 horas e, em seguida, foram submetidos ao ensaio de compressão em uma máquina de ensaio universal Riehle, com inclinação de 45° em relação ao longo eixo do dente, até a falha mecânica. Não foi verificada diferença estatística

significante entre os grupos. Os sistemas de pinos pré-fabricados geraram resultados semelhantes aos obtidos com os dentes hígidos. Para o G1, verificou-se uma força média de compressão de 87,30kgf para que ocorresse a fratura dental; para o G2 foi de 80,30kgf e para o G3 de 97,63kgf.

Dabas²¹, no ano de 2000, avaliou materiais restauradores que são comumente usados para a restauração de dentes anteriores tratados endodonticamente e comparou a sua resistência com a de dentes naturais. Para este estudo, foram utilizados 100 incisivos centrais superiores recém-extraídos. Os dentes foram restaurados com amálgama retido por pinos, pinos com núcleo de uma liga combinando amálgama com ionômero de vidro. Como resultado, o dente natural mostrou máxima resistência. Embora alguns dos materiais restauradores mostrassem resultados promissores, nenhum deles apresentou uma resistência que se aproximasse àquela do dente natural.

Johson et al.³⁹, em 2000, avaliaram em seu estudo a capacidade de reforço radicular de um Cimento de Ionômero de Vidro, com o intuito de testar se o pré-tratamento de um canal radicular, removendo-se ou não a camada residual, constitui um meio importante para aumentar o reforço. Para isso, utilizaram 90 incisivos centrais superiores humanos, que tiveram suas coroas seccionadas padronizando o comprimento das raízes em 13 ± 1 mm. O preparo biomecânico foi realizado até a lima tipo K40 e o escalonamento foi realizado com brocas Gates-Glidden até a de nº4. Os dentes foram divididos nos seguintes grupos com quinze dentes cada:

- a) grupo A: os dentes foram instrumentados e não foram obturados;
- b) grupo B: os dentes foram instrumentados e obturados pela técnica da condensação lateral utilizando cimento de óxido de zinco (Roth International);

c) grupo C: os dentes foram instrumentados e obturados pela técnica do cone único e o cimento utilizado foi o Ketac-Endo;

d) grupo D: os dentes foram instrumentados e obturados pela técnica do cone único, o cimento utilizado foi o Ketac-Endo, sendo que o pré-tratamento da dentina foi realizado com ácido poliacrílico a 25%;

e) grupo E: os dentes foram instrumentados e obturados pela técnica do cone único, o cimento utilizado foi o Ketac-Endo, sendo que o pré-tratamento da dentina foi realizado com EDTA a 17%;

f) grupo F: foi utilizado um sistema adesivo (Scotchbond Multipurpose Plus –3M) e preenchimento com cimento resinoso (Enforce-Dentisply).

Os espécimes foram então montados em blocos de resina acrílica e submetidos à força de compressão em uma angulação de 45° em uma máquina de testes universal (Instron model 1123; Canton, Mass). Os resultados demonstraram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Os autores concluíram, assim, que sob as condições em que foram realizados os testes, não foi constatado aumento de resistência em dentes maduros tratados endodonticamente pela colocação de materiais adesivos no interior do canal radicular.

Nishioka et al.⁶⁰, em 2000, simularam em seu estudo a aplicação de uma carga de 100N aplicada em 45° sobre a ponta de um pino. Para a pesquisa, foi utilizado um modelo tridimensional de um incisivo central superior seccionado mesio-distalmente sem restauração e analisado por um programa MSC/NASTRAN (mac neal/Schwendler). Utilizando a análise do modelo empregado neste estudo, pôde-se concluir que um pino rosqueado e com fenda apical (Flexi-Post), na região cervical, suporta uma maior concentração de tensão com 109N e na região apical do pino foi verificada uma diminuição da tensão com valor de

54,49N. A distribuição das tensões é diferente quando comparada com uma carga vertical.

Pilo & Tamse⁶², em 2000, avaliaram a espessura residual de dentina em premolares inferiores após a preparação para pinos realizada com brocas Gates-Glidden e brocas do sistema Para-Post. Foram usados vinte premolares inferiores que foram fixados em resina de poliéster, até o nível da junção cimento-esmalte, em uma mufla especial. Foram feitas três secções horizontais a 1, 3 e 5mm apicais à junção cimento-esmalte. As medidas de cada fatia foram cuidadosamente marcadas tanto no sentido vestibulo-lingual quanto méso-distal. As fatias foram novamente readaptadas na mufla especial utilizando, para isso, pinos de orientação para a sua estabilização. Este procedimento foi repetido após o preparo do canal até a lima tipo K40 e o preparo para pinos com brocas Gates-Glidden e Para-Post nºs 3, 4 e 5. Como resultados, a espessura residual de dentina no sentido méso-distal foi de $3,77 \pm 0,51$ mm na fatia não preparada mais superior e de $2,23 \pm 0,31$ mm com a broca Para-Post nº5 na fatia mais inferior (uma diferença de 41%). Os valores correspondentes para o sentido vestibulo-lingual foram de $4,35 \pm 0,51$ mm e $4,08 \pm 0,46$ mm (6%). Concluíram, assim, que a média da espessura dentinária, 5mm abaixo da junção cimento-esmalte na direção mesial e distal após o preparo para pino, aproxima-se do mínimo aceitável de 1mm. Portanto, medidas conservadoras para a preparação para pinos são estritamente necessárias.

A microdureza Vickers da resina composta Z100 (3M) fotopolimerizada por pinos do sistema Luminex (Dentatus) foi estudada por Pinelli et al.⁶³, em 2000. Para esta pesquisa, foram confeccionados 5 corpos-de-prova por meio de uma matriz metálica semicilíndrica e bipartida de 7mm de profundidade por 4mm de diâmetro, com uma canaleta central na contraparte. A matriz foi preenchida pela resina e o pino de 1,35mm de diâmetro adaptado à canaleta. Em seguida, toda a matriz foi isolada por fita isolante. A fotopolimerização foi realizada

encostando-se a ponta do fotopolimerizador (3M) no pino por 1 minuto. A avaliação foi realizada através de leituras feitas por um microdurômetro Carl Zeiss acoplado de diamante Vickers (50g/30s): a microdureza foi testada em dois pontos (a 2mm radial do corpo-de-prova) a 1 e a 2mm. Um grupo controle, constituído de cinco corpos-de-prova em resina, não utilizou o Luminex. Como resultados, foi verificado que a média da dureza Vickers a 1mm foi de 54,10VHN e para 2mm foi de 30,42VHN, enquanto que para o grupo controle foi de 99,86VHN. Concluíram, assim, que o pino Luminex foi capaz de fotopolimerizar a resina composta e que a região situada mais próxima a este apresentou um maior grau de polimerização.

Brito et al.¹⁰, em 2001, analisaram *in vitro* a força de resistência à tração dos pinos de fibra de vidro (Fibrekor Posts), cimentados com um cimento resinoso dual (RelyX- 3M) associados a três diferentes sistemas adesivos: fotopolimerizável (Single Bond – 3M), microparticulado de dupla polimerização (Prime & Bond NT – Dentsply) e um sistema resinoso dual convencional (SBMUP – 3M). Foram utilizadas trinta raízes de dentes humanos ântero-superiores, com canais de diâmetros semelhantes. As raízes foram tratadas endodonticamente e desobturadas com a broca do Kit correspondente ao pino, de 1,5mm de diâmetro numa profundidade de 9mm, sendo divididas aleatoriamente em 3 grupos de dez raízes cada. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 48 h. e submetidos ao teste de resistência à tração em uma máquina de ensaio universal EMIC DL-2000 a uma velocidade de 0,5mm/min. As médias obtidas foram: Single Bond – 3M (19,2Kgf); Prime & Bond NT – Dentsply (21,1Kgf) e SBMUP – 3M (30,8Kgf). Os resultados foram submetidos aos testes estatísticos de análise de variância e de Duncan ao nível de significância de 5%. Foi possível concluir que os pinos de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso dual (RelyX- 3M) associado aos sistema adesivo SBMUP – 3M foram estatisticamente mais retentivo que os outros grupos.

Butz et al.¹³, em 2001, compararam a média de sobrevivência e a resistência à fratura de incisivos superiores restaurados com diferentes sistemas de pinos e depois submetidos a uma boca artificial. Para isso, utilizaram sessenta incisivos superiores humanos que foram tratados endodonticamente e tiveram suas coroas seccionadas. Os espécimes foram divididos em quatro grupos experimentais, sendo que o grupo 01 foi restaurado com pino de titânio e núcleo em resina composta, o grupo 02 foi restaurado com pino de zircônia e núcleo em resina, o grupo 03 com pino de zircônia e núcleo prensado e o grupo 04 (Controle) recebeu pino e núcleo em metal. Os espécimes foram submetidos a 1,2 milhões de ciclos em um simulador com termociclagem simultânea. Em seguida, os espécimes que não falharam foram submetidos à fratura por compressão a 130°. Como resultado, a média de sobrevivência foi de: 94% (G1); 63% (G2); 100% (G3) e 94% (Controle). Quanto a média de resistência: G1 = 425 ± 155N; G2 = 202 ± 212N; G3 = 378 ± 64N; Controle = 426 ± 178N. Assim, os autores concluíram que pinos de titânio com núcleo em resina composta (G1), pinos de zircônia com núcleo prensado (G3) e pino/núcleo em metal apresentam sobrevida e resistência comparáveis e que o G2 (pino de zircônia e núcleo em resina) foi o único que apresentou valores inferiores.

Cormier et al.¹⁸, em 2001, avaliaram seis sistemas de pinos, onde submeteram a restauração à simulação de quatro estágios clínicos diferentes com os seguintes objetivos: 1) Determinar quantitativamente a resistência à fratura em cada estágio, quando a força estática é aplicada para causar a falha; 2) Determinar o tipo de falha para cada sistema, em cada situação clínica simulada e 3) Determinar a viabilidade de remoção de pinos que falharam. Para isso, utilizaram os sistemas de pinos a seguir:

- a) Para-Post XH (Coltene, Whaledent International, NY);
- b) Cast Metal Para-Post XH (Coltene, Whaledent International, NY);

- c)Cosmopost (Ivoclar Vivadent North America, NY);
- d)Fibrekor Post (Jeneric Pentron, Wallingford, CT);
- e)C-Post (Bisco Dental Products, Schaumburg, IL);
- f)Aesthetipost (Bisco Dental Products, Schaumburg, IL);

Os pinos foram submetidos a quatro estágios de simulação clínica: a)somente os pinos receberam força, por meio de um modelo de carga de três pontos, para determinar a resistência transversa e o tipo de falha de cada sistema de pinos; b)os pinos cimentados no dente; c)os pinos com núcleos cimentados no dente; d)os pinos com núcleo e coroa total cimentados nos dentes. Para as simulações dois, três e quatro foram usados sessenta premolares inferiores que tiveram suas coroas seccionadas na junção cimento-esmalte e seus canais tratados endodonticamente. Em seguida, os espécimes foram montados em blocos de resina acrílica e a carga foi aplicada a 90° em relação ao longo eixo do dente, a 4mm da junção. Os resultados demonstraram que o sistema Para-Post mais núcleo apresentou maior falhas em todos os quatro estágios, este sistema também apresentou um maior número de fraturas radiculares não favoráveis. Os pinos Fibrekor com núcleo resultaram em uma redução significativa de falhas e não apresentou fraturas nos estágios dois e três, quanto ao estágio quatro as fraturas foram similares aos outros sistemas. O C-Post, o Cosmopost e o Aesthetipost apresentaram uma resistência à fratura intermediária, assim como moderado número de fraturas dentárias não favoráveis. O Cosmopost exibiu um grande número de pinos fraturados deixados no interior do canal em todos os estágios. A resistência à fratura do Cast Metal Post variou de estágio para estágio, não apresentando fratura no estágio dois, entretanto, no estágio três, nove dos dez dentes fraturaram de forma não favorável e no estágio quatro, todos fraturaram de forma não favorável. Os autores concluíram assim que os sistemas de pinos avaliados apresentam vantagens sobre os pinos convencionais, que apresentaram maior número de fraturas radiculares irreparáveis.

Duarte et al.²⁴, em 2001, compararam a distribuição de tensões *in vitro* em dentes humanos restaurados com núcleo metálico fundido e pino de fibra de carbono, através do Método dos Elementos Finitos (MEF). A imagem de um corte sagital de um incisivo central superior e suas estruturas de suporte foram digitalizadas e, com o auxílio dos programas Corel Draw 8.0, Mechanical Desktop 2.0 e ANSYS 5.5, foi possível criar três modelagens bidimensionais: a primeira simulando um dente hígido; a segunda simulando o dente restaurado com pino metálico fundido e a terceira simulando o dente restaurado com pino de fibra de carbono. As três modelagens foram submetidas à ação de carga de 150 N, na região palatina próxima à borda incisal, com inclinação de 45° em relação ao longo eixo do elemento dentário, simulando o contato oclusal cêntrico com o dente antagonista. O método possibilitou a análise qualitativa e quantitativa da distribuição de tensões nos modelos selecionados. Os resultados mostraram que a colocação de um pino intraradicular muda a distribuição de tensões no elemento dentário, quando comparado a dentes hígidos; que nos dentes restaurados com pinos intraradiculares há sempre uma concentração de tensões na dentina, na região do ápice dos pinos e que os pinos fundidos em liga de ouro absorvem mais estresse que os pinos confeccionados em fibra de carbono.

Freitas et al.³⁰, em 2001, investigaram *in vitro* a resistência à compressão de dentes desvitalizados, com grande perda estrutural, quando restaurados com dois sistemas diferentes de pinos e núcleo. Foram utilizados vinte premolares superiores unirradiculados, recém-extraídos, com dimensões semelhantes. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos com dez amostras cada um: Grupo I – recebeu pino e núcleo metálico fundido e Grupo II – recebeu pino de fibra de carbono e núcleo de resina composta. Além da restauração com os sistemas de pinos e núcleos, todos os dentes foram cobertos com uma coroa total metálica de Ni-Cr. Foram utilizados o

mesmo cimento resinoso e sistema adesivo para os dois grupos. Os dentes foram termociclados e montados em blocos de resina acrílica. O teste de compressão foi realizado em uma máquina de ensaios (Riehle Testinh Machines), aplicando-se uma carga axial sobre a superfície oclusal das coroas protéticas a uma velocidade constante de 2mm/min. até que ocorresse falha. A média da resistência à fratura para o grupo I foi de 451Kgf e para o grupo II foi de 428Kgf. O teste estatístico de Mann-Whitney revelou não haver diferença significativa entre os grupos ($U=38,5$; $p=0,384$). Assim, observou-se que, mesmo existindo diferenças de propriedades físicas e mecânicas entre os sistemas de pinos e núcleos testados, a resistência à fratura dos dois grupos não apresentou diferença estatisticamente significativa.

Heydecke et al.³⁶, em 2001, compararam a resistência à fratura e a média de sobrevivência de incisivos superiores tratados endodonticamente, com cavidades classe III na mesial e distal e diferentes núcleos. Para isso, utilizaram 64 incisivos centrais superiores humanos hígidos, que foram tratados endodonticamente e preparados com cavidades proximais de 3mm de diâmetro. Os espécimes foram divididos em quatro grupos: o G1 foi restaurado com pino de titânio; o G2 recebeu pino de fibra de zircônia e no G3 o canal radicular foi parcialmente preenchido (3mm abaixo da junção cimento-esmalte) por resina composta híbrida e no G4 somente a cavidade de acesso foi restaurada. As cavidades classe III foram restauradas com resina composta (Clearfil - Kuraray). Todos os espécimes foram levados a um simulador com termociclagem simultânea (1,2 milhões de ciclos), além disso, foram submetidos a cargas até a fratura. Como resultados, foi verificado que apenas um espécime do G3 não sobreviveu ao teste de carga dinâmica e a média de resistência à fratura foi de: G1 = 1038N; G2 = 1057N; G3 = 750N e o G4 (Controle) = 1071N. A resistência à fratura do G3 foi significativamente inferior aos demais grupos. Os autores concluíram que a reconstrução de dentes unirradiculados com cavidades

proximais pode ser realizada com sucesso através da cimentação de pinos intra-radulares e restauração com resina composta.

Lewgoy et al.⁴⁷, em 2001, avaliaram, utilizando o Método dos Elementos Finitos (MEF), como diferentes pinos intra-radulares podem alterar o padrão das tensões geradas de von Mises e de máxima tração e compressão em relação ao elemento dental hígido. A comparação foi realizada entre um incisivo central superior hígido e com tratamento endodôntico restaurado com núcleo metálico fundido (ouro), ou pinos pré-fabricados (Flexi-Post / aço inoxidável e titânio, Flexi-Flange / aço inoxidável e titânio, C-Post / fibra de carbono) e preenchimento coronário com resina composta. Todos os pinos intra-radulares foram fixados com um cimento resinoso e recobertos por uma coroa total cerâmica. A partir de fotografias da peça anatômica e dos pinos estudados, foram criados modelos matemáticos bidimensionais, no programa MSC/Nastran 4.5 e, após a aplicação de uma força de 100 Newtons (N) a 45° na superfície palatina dos modelos, foi avaliada a distribuição das tensões geradas. Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que os diferentes pinos intra-radulares alteram o padrão das tensões geradas e, dependendo do desenho do pino (cônico ou paralelo) e do tipo de material constituinte (ouro, aço inoxidável, titânio ou fibra de carbono), a concentração e dissipação das tensões geradas ocorrem de maneiras diferentes, com menores tensões no pino de fibra de carbono.

Macari et al.⁵², em 2001, avaliaram *in vitro* a resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com três diferentes pinos intra-radulares diretos estéticos: Aesthetic-Post (Bisco), Fibrekor Post (Jeneric/Pentron) e Cosmopost (Ivoclar), associados a coroas de resina composta. Foram utilizados trinta dentes humanos unirradulados, extraídos por indicação terapêutica, com dimensões semelhantes e que tiveram suas coroas removidas abaixo da junção cimento-esmalte, deixando um comprimento padrão de 17mm. Em

seguida, foram divididos em três grupos com dez dentes cada, conforme o tipo de pino utilizado. Para a cimentação dos pinos foi utilizado o sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco) juntamente com o cimento resinoso C&B (Bisco), conforme as recomendações do fabricante. Os núcleos foram confeccionados com resina composta Tetric Ceram (Ivoclar) e, unidos aos diferentes pinos, foram montados em cilindros metálicos preenchidos com resina acrílica autopolimerizável, formando os corpos de prova, que foram embutidos em um dispositivo metálico em forma de Y, com um ângulo fixo de 45° em relação a uma ponta afunilada metálica que aplicava uma força medida em Kgf no momento da ruptura. Os resultados mostraram que houve diferença estatística entre os diferentes tipos de pinos testados (Aesthetic-Post: 85,50Kgf; Fibrekor Post: 85,74Kgf; Cosmopost: 36,51Kgf). Os dentes restaurados com os pinos Aesthetic-Post e Fibrekor Post apresentaram resistência à fratura estatisticamente superior em relação aos pinos Cosmopost.

Strub et al.⁷⁴, em 2001, avaliaram a sobrevivência e a resistência à fratura de quarenta incisivos centrais superiores restaurados com diferentes sistemas de pino e núcleo após exposição a uma boca artificial. Os espécimes foram divididos em quatro grupos experimentais, sendo que o grupo A recebeu pino (Permados) e núcleo (Olympia) em metal precioso, o grupo B recebeu pino de zircônia (Cerapost) com núcleo em cerâmica (Ceracap), o grupo C recebeu pino de cerâmica mais resina (experimental) e núcleo em cerâmica (Ceracap) e o grupo D pino de zircônia (Cerapost) e núcleo em cerâmica (Cosmo Ingots). Sobre todos os núcleos foram cimentados *copings* em cerâmica (Procera) com cimento resinoso Panavia TC. Como resultados, a média de sobrevivência após 1,2 milhões de ciclos em boca artificial foi de: A = 1270 ± 312,5N; B = 1494,5 ± 333,5N; C = 1146,7 ± 182,6N; D = 463,3 ± 46,2N. Estatisticamente, os grupos A e B e os grupos A e C foram semelhantes e os demais foram diferentes. Importante salientar que nenhum pino de zircônia com núcleo

e *coping* em cerâmica fraturou durante as cargas dinâmicas na boca artificial.

Yang et al.⁸¹, em 2001, estudaram a influência do estresse oclusal sob vários designs de pinos em incisivos centrais superiores tratados endodonticamente, usando modelos de análise do elemento finito de duas dimensões. Para isso, foi construído um modelo de elemento finito de duas dimensões em uma secção vestibulo lingual de um incisivo central superior; de um pino; de um núcleo e de tecido de suporte, para investigar o estresse em vários modelos de pinos. Como controle, foi usado um dente tratado endodonticamente e com coroa metálica, sem pino ou núcleo. Foi aplicada uma carga de 10Kg da seguinte forma:

- a) carga vertical incidindo sobre a incisal dos dentes;
- b) carga horizontal incidindo sobre a superfície vestibular dos dentes;
- c) carga incidindo em 20° na diagonal em relação à superfície lingual.

Os autores verificaram que o uso de um pino reduziu o pico de *stress* em 75% da magnitude do controle. Quando a força vertical foi aplicada, a magnitude do estresse dos vários *designs* de pinos foi similar. Todavia, quando a carga horizontal foi usada, o pino menor foi o que produziu maior concentração de estresse dentinário e o pino mais afunilado foi o que apresentou maior concentração dentro da camada de cimento. As grandes deflexões e os maiores estresses foram gerados por cargas horizontais. Os autores concluíram, assim, que o pino e o núcleo oferecem pouco reforço ao remanescente dentário. A direção da carga funcional teve maior efeito do que o design do pino sobre o estresse máximo e deslocamento. Pinos paralelos e núcleos com comprimento de 12mm distribuíram o estresse na restauração e na dentina resultando na diminuição do mesmo.

Yokoyama⁸², em 2001, compararam as tensões geradas em raízes endodonticamente tratadas e restauradas com pinos intra-

radiculares, variando-se o tipo de núcleo e o término cervical. O método utilizado foi o elemento finito, onde se analisaram imagens representando as seguintes situações experimentais: 1- raiz com pino intra-radicular escalonado e núcleo maciço de titânio, variando-se o término (degrau puro, degrau com bisel de 1mm e degrau com bisel de 2mm); 2- raiz com o mesmo pino e o núcleo recoberto com resina Z100 com as mesmas variações do término cervical. As seis imagens obtidas foram transportadas para o programa de elemento finito MSC Nastran for Windows, onde foram inseridas as informações sobre as propriedades físicas dos materiais e da raiz. Simulou-se a aplicação de uma carga de 100 N a 45° em relação ao longo eixo do dente. A análise de todas as imagens sugere resistência ao efeito de cunha e diminuição à tendência de rotação da coroa, sendo mais evidente na imagem que representava o núcleo maciço com bisel de 2mm. Foi observado também que a menor resistência à fratura e menor resistência à rotação foi representada pela imagem com núcleo recoberto com resina e degrau puro. Concluiu-se, através deste estudo, que o bisel aumenta a proteção da raiz contra fratura e diminui a tendência à rotação da restauração.

2.3 Dentes bovinos X dentes humanos

Nakamichi et al.⁵⁹, em 1983, compararam a força adesiva de dentes bovinos com dentes humanos usando três cimentos de poliacrilato, um cimento de ionômero de vidro, um cimento de fosfato de zinco e duas resinas compostas na dentina profunda e superficial. O esmalte dos dentes foi preparado lixando-se as superfícies vestibulares de incisivos centrais superiores e a superfície oclusal de primeiros molares superiores. As superfícies vestibulares de esmalte e dentina de dentes bovinos inferiores foram preparadas da mesma forma, com espessura de dentina residual de 0,2 – 0,9mm para camada profunda e

1,4 – 2,1mm para camada superficial (medidas para dentes humanos e bovinos, respectivamente). Os espécimes foram comparados para investigar a influência na adesão da profundidade e tempo de armazenamento. Foram realizadas cavidades na face vestibular dos dentes, em seguida, a resina ou a mistura de cimento foi inserida na cavidade, sem pressão, com auxílio de uma seringa, e um gancho foi inserido na superfície da resina para a prova de ruptura por tração. Os espécimes foram armazenados primeiro em estufa a 37°C por 10min. e depois em água a 37° por uma semana até a realização dos testes de tração. A morfologia do substrato de esmalte e dentina dos dentes humano e bovino foi estudada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os autores concluíram que a adesão para esmalte e para a camada superficial de dentina não demonstrou nenhuma diferença estatisticamente significativa entre o dente humano e bovino, embora os valores sempre foram ligeiramente menores para dentes bovinos; a adesão para dentina bovina diminuiu consideravelmente com a profundidade de dentina; os dentes que ficaram mais tempo estocados apresentaram valores de adesão ligeiramente mais altos. Assim, os dentes bovinos foram úteis no teste de adesão como substitutos para dentes humanos usando esmalte e camada superficial de dentina.

Saunders⁶⁸, em 1988, comparou a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos à dentina humana e bovina. As superfícies de dentina vestibular foram expostas, os dentes incluídos em resina autopolimerizável e divididos em quatro grupos experimentais: G1 - recebeu o sistema adesivo Scotchbond (3M Dental Products), G2 - recebeu Topaz (Davis), G3 - Gluma (Bayer Dental) e G4 - 3M experimental. Após a aplicação do adesivo, a resina composta Prisma-Fil (Dentisply) foi colocada nos espécimes, os quais foram submetidos à termociclagem por 24h, em temperaturas de 5°C e 37°C, por aproximadamente 2.400 ciclos. Os resultados demonstraram que houve diferença estatística significativa entre os sistemas adesivos em cada tipo

de dentina, porém não foi verificada diferença significativa entre os dois tipos de dentina. O autor concluiu que a dentina bovina pode ser considerada como substituta da dentina humana para estudos em laboratório.

Banks⁷, em 1992, baseado em estudos de histologia veterinária, descreveu a pré-dentina bovina como um produto inicial de secreção dos odontoblastos, cuja mineralização resulta na dentina. De acordo com o autor, os dentes dos mamíferos são formados pelos mesmos componentes: esmalte, dentina e polpa, embora com diferenças histológicas e macroscópicas. Os dentes posteriores dos ruminantes são denominados hipsodontes, são mais complexos, estão em constante erupção e não possuem coroa, colo ou raiz definidos. Nestes dentes, o órgão do esmalte sempre se rompe antes da erupção, deixando o tecido conjuntivo do saco dental em contato com o esmalte recém-formado, assim, o cimento é depositado sobre o esmalte. Os dentes anteriores dos ruminantes, denominados braquidontes, são mais semelhantes morfológicamente aos dentes humanos. Sua coroa é formada por esmalte e dentina, o colo é definido, assim como a coroa e raiz. A raiz é formada por cimento que recobre a dentina. Seu tecido pulpar é ricamente vascularizado e inervado, formando um tecido conjuntivo frouxo.

Fowler et al.²⁸, em 1992, estudando a influência de três variáveis nos testes de adesão, associaram o tipo de teste (tração ou cisalhamento), o desenho do aparato e o substrato (esmalte e dentina humano e bovino). Para tanto, utilizaram a face vestibular de incisivos bovinos e superfície oclusal de molares e premolares humanos e os seguintes materiais: adesivo dental Scotchbond 2 (3M Company), a resina Silux (3M Company), o cimento de ionômero de vidro Ketac-Fil (ESPE) e Vitrebond (3M Company). Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa na força de união entre o teste de tração e cisalhamento, porém, o teste de tração promoveu mais falha adesiva na interface dente-adesivo, o que indica que o teste de

cisalhamento deve ser empregado, principalmente, nos testes de adesão. Não houve diferença estatística significativa entre os valores de resistência à tração do Scotchbond 2 em esmalte humano e bovino e do Ketac-Fil quando testado em tração e cisalhamento. Os resultados em dentina revelaram valores mais altos para dentina bovina que para dentina humana, o que, de acordo com os autores, deve-se às variáveis associadas à dentina: foram utilizadas a dentina oclusal de humanos e a vestibular de bovinos; as diferenças no tamanho e curvatura dos dentes influenciam na profundidade de dentina para a obtenção de um tamanho adequado de área de adesão, e variações morfológicas em dentes naturais, humanos e bovinos. No teste de tração, houve diferença significativa nos valores do Scotchbond 2 em dentina humana e bovina, mas não no teste de cisalhamento. Já com relação ao Ketac-Fil, não houve diferença significativa em dentina humana e bovina no teste de tração e sim no teste de cisalhamento.

Reeves et al.⁶⁷, em 1995, realizaram um estudo para avaliar o comportamento de microinfiltração de três adesivos dentinários e determinar se o dente bovino pode ser comparado ao dente humano. Para tanto, utilizaram os adesivos: Scotchbond Multi-Purpose, Prisma Universal Bond 3 e All-Bond 2 e a resina híbrida Prisma APH. Foram utilizados trinta dentes humanos e trinta dentes bovinos, nos quais foram realizadas as cavidades de classe V na junção cimento-esmalte. Após a restauração, os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C por três dias, seguido de termociclagem de 100 ciclos a 4°C - 58°C, e retornaram à água destilada por mais quatro dias. Foi utilizado isótopo de Ca para verificar a microinfiltração, que foi avaliada aplicando-se escores, os quais foram submetidos à análise estatística de Mann-Whitney U e Kruskal-Wallis. De acordo com os resultados, os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa da infiltração entre as paredes incisal e gengival para o substrato humano, e que o substrato bovino apresentou infiltração maior na parede gengival; o All-Bond 2

escoou mais do que o Scotchbond Multi-Purpose na margem incisal do substrato humano; o All-Bond 2 apresentou maior infiltração que o Prisma Universal Bond 3 na dentina e esmalte do substrato bovino; não houve diferenças significantes em microinfiltração entre os sistemas de união para o substrato humano; não foi encontrada diferença sinificante entre o substrato humano e bovino. Assim, os resultados sugerem que os dente bovinos podem ser usados no lugar de dentes humanos no estudo *in vitro* da microinfiltração.

Silva et al.⁷⁰, em 1996, compararam a resistência adesiva do Prisma Universal Bond 3 (Dentsply) ao esmalte e à dentina de dentes humanos, bovinos e suínos. Foram utilizados premolares humanos, incisivos bovinos e molares suínos, que, após a extração, permaneceram em solução fisiológica 0,09% com 0,05% de timol até seu uso. Os dentes foram desgastados com lixas de granulação 180, 400 e 600 para planificar a área de adesão e, após, foi aplicado o adesivo e a resina composta APH. Foram observados dois períodos de armazenamento: 24h e sete dias. De acordo com os resultados obtidos, os autores concluíram que não houve diferença siginificativa entre a resistência adesiva de esmalte humano e bovino, porém, ambos demonstraram diferença siginificante em relação ao esmalte suíno. A resistência adesiva à dentina humana, bovina e suína não apresentou diferenças siginificativas nos dois períodos de tempo avaliados.

Titley et al.⁷⁵, em 1998, pesquisaram métodos e o tempo usado para armazenagem de dentes bovinos usados para testes da resistência adesiva de resina composta à dentina. Examinaram portanto, o efeito de dois meses de estocagem destes dentes usando vários métodos para avaliar a resistência adesiva da resina Z100 ao dente bovino. O adesivo utilizado foi o Scotchbond Multi Purpose. Dentes frescos foram usados como controle. O estudo verificou que a irradiação, a estocagem em solução de timol ou de metanol ou de glutaraldeído foram os métodos que apresentaram os menores valores da resistência

adesiva, o que indica que estes meios são os menos indicados para estudos deste tipo. O estudo comprova também que se não for capaz de utilizar dentes frescos, o meio mais indicado é o congelamento, que foi o que apresentou melhores resultados de resistência adesiva. Os autores citam ainda que mais estudos são necessários para verificação de possíveis mudanças na dentina após a morte e, se estas mudanças são capazes de alterar os resultados dos testes de adesão.

Bonfin⁶, em 2000, realizou um estudo micromorfológico das dentinas humana e bovina, com o objetivo de normalizar o uso de dentes bovinos como substitutos dos dentes humanos em pesquisas científicas. Para isto, utilizou dentes bovinos recém-extraídos, fixados em formol a 10% por 24h e mantidos em formol a 2% até o momento da preparação das lâminas. Foram preparadas dez lâminas pelo método de desgaste e cem lâminas foram preparadas por descalcificação e coradas pelos métodos de HE (hematoxilina e eosina) e Tricômio de Masson. De acordo com as observações das lâminas, os autores concluíram que a dentina bovina apresenta maior número de túbulos dentinários nas proximidades do tecido pulpar e menor número próximo ao limite amelodentinário, como ocorre na dentina humana. Com relação ao diâmetro dos túbulos, os túbulos dentinários da dentina bovina têm maior diâmetro próximo ao limite amelodentinário, sendo que o diâmetro diminui nas proximidades da polpa, ao contrário do que ocorre na dentina humana. A distribuição da dentina intertubular bovina nas proximidades da polpa não é uniforme ao longo do dente e a dentina bovina possui estruturas tubulares que estão presentes tanto na coroa como na raiz, com maior frequência na coroa, não apresentando distribuição regular. O autor observou também que, quando se utilizam dentes bovinos simulando procedimentos de hibridização dentinária na região próxima a polpa, há menor permeabilidade devido ao menor diâmetro dos túbulos dentinários e maior área de dentina intertubular, ao contrário do que ocorre na dentina humana. Nas áreas próximas ao esmalte, encontraram menor

número de túbulos com maior diâmetro, tornando esta região menos mineralizada e mais permeável. Estas diferenças de permeabilidade e quantidade de conteúdo aquoso no fluido dentinário podem influenciar nos testes de microinfiltração e resistência à tração e cisalhamento, pois estão diretamente ligados à eficiência de hibridização. Verificou também que os dentes bovinos utilizados em incidência e profundidade aleatórias podem alterar os resultados em testes de adesão e microinfiltração, quando comparados à dentina humana. Não há, morfológicamente, na dentina bovina uma região idêntica à dentina humana, a região que a dentina bovina mais se assemelha à dentina humana é na região mediana, em corte transversal, a área de dentina primária próxima à polpa. Contudo, há a necessidade de mais estudos para complementar seus achados.

Anido⁴, em 2001, comparou a resistência adesiva da dentina humana e bovina em três diferentes espessuras de remanescente, frente ao teste de cisalhamento, a fim de estabelecer uma possível relação de profundidade entre os substratos visando a substituição da dentina humana em testes de adesão. Foram empregados 48 dentes humanos (H) e 48 dentes bovinos (B), recém-extraídos, armazenados em água destilada e congelados a -18°C , por no máximo quatro semanas. A superfície vestibular dos dentes foi desgastada com lixas de granulação 240, 400 e 600 e polida com lixa 800 em politriz, para expor a dentina e padronizar a camada residual. Os espécimes foram divididos em grupos com as seguintes espessuras de remanescente: 0,5mm, 1,0mm e 2mm. A área de adesão foi delimitada em 4mm de diâmetro. O sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus foi aplicado na superfície da dentina condicionada, seguida da aplicação de três camadas incrementais da resina composta Z100, fotopolimerizadas a uma intensidade de luz de $600\text{mW}/\text{cm}^2$. O ensaio de resistência ao cisalhamento foi realizado em máquina de Instron Universal à velocidade de 0,5mm/min. Os resultados foram submetidos à análise estatística pelo

teste ANOVA, ao nível de significância de 0,05. Houve diferença significativa entre a resistência adesiva em dentes H e B, sendo que os maiores valores foram para os H; houve diferença significativa de resistência para as profundidades analisadas, sendo os maiores valores para a dentina superficial, seguida da média e da profunda para ambos substratos (H0,5 = 12,06 ± 3,48MPa; H1 = 14,90 ± 4,43MPa; H2 = 16,88 ± 3,93MPa; B0,5 = 7,09 ± 1,83MPa; B1 = 8,90 ± 2,97Mpa; B2 = 12,64 ± 2,07Mpa); houve semelhança de comportamento entre os substratos H 0,5mm e B 2mm, frente ao teste de resistência adesiva; o substrato B presta-se aos estudos laboratoriais de resistência adesiva como indicativos da performance inicial de novos produtos.

Em 2001, Mannocci et al.⁵⁵, avaliaram cinco sistemas de pinos de fibra (Fibra de carbono-Composipost radiopaco, Fibra de quartzo-Aestheti-Plus, Fibra de Carbono-Carbotech, Fibra de Vidro-Light Post e Fibra de Sílica-Snowpost) que foram submetidos a um teste de resistência flexural sobre 3 pontos após terem sido estocados por um ano sob 3 diferentes condições: estocagem secos à temperatura ambiente, estocagem e água a 37°C e estocagem em dentes bovinos que foram tratados endodonticamente e restaurados com resina composta. Os pinos foram observados por microscópio durante e após o ensaio. Mais espaços vazios foram encontrados no Composipost radiopaco do que nos outros sistemas. Todos os pinos que foram estocados em água apresentaram uma menor resistência flexural do que os que foram mantidos secos. Em todas as condições de armazenagem, o Carbotech apresentou os melhores valores de resistência flexural do que o Composipost, e Snowpost, e Aestheti-Plus apresentou melhor resistência flexural do que do que o Snowpost. Os pinos que foram mantidos estocados nos dentes bovinos apresentaram valores semelhantes aos que foram mantidos secos. Os autores concluíram assim que os pinos de fibra não devem estar em contato com os fluidos bucais e que após um ano no interior do dente bovino, eles foram suficientemente protegidos deste contato pela

obturação do canal radicular e pelo selamento coronário em resina composta.

Miranda et al.⁵⁸, em 2001, compararam a dentina superficial e a profunda humana e bovina quanto à densidade tubular, ao diâmetro dos túbulos e ao percentual de dentina intertubular, em MEV. Foram utilizados 14 molares humanos (DH) e 13 incisivos bovinos (DB). Os dentes foram seccionados em diferentes profundidades: o corte superficial foi feito $1 \pm 0,5$ mm abaixo da junção amelo-dentinária e o corte profundo $1 \pm 0,5$ mm acima da câmara pulpar, sendo nos molares paralelo à superfície oclusal e nos incisivos paralelo ao terço médio da face vestibular. Após condicionamento (ácido fosfórico 37%, 10 s), as superfícies dentinárias foram observadas em MEV. Para cada espécime, foi feita uma imagem com aumento de 1.000 X. A área total destas imagens foi medida, todos os túbulos dentinários contados e o diâmetro de doze túbulos dentinários, escolhidos aleatoriamente, medidos através de cursor do MEV. O percentual de dentina intertubular foi obtido pelo programa Image Lab 2.3. As médias e os desvios-padrão, teste *t* de Student ($p < 0,05$), em dentina superficial e profunda foram respectivamente: densidade tubular: DH = $24.179,89 \pm 8.079,20$ e $37.098,76 \pm 9.185,04$, DB = $14.653,36 \pm 3.895,37$ e $20.170,93 \pm 4.739,18$; diâmetro tubular: DH = $2,81 \pm 0,271$ e $2,98 \pm 0,236$, DB = $4,08 \pm 0,553$ e $4,29 \pm 0,635$; e percentual de dentina intertubular: DH = $82,04 \pm 5,63$ e $69,57 \pm 10,58$, DB = $81,27 \pm 4,51$ e $65,42 \pm 12,57$. Os autores concluíram que a dentina superficial e profunda humana apresentam, em relação à dentina bovina, maior densidade tubular, menor diâmetro tubular e o mesmo percentual de dentina intertubular.

3 PROPOSIÇÃO

A proposta deste trabalho foi avaliar, através do teste de compressão, a resistência à fratura de dentes bovinos fragilizados, que receberam reforços intra-radulares com resina composta fotopolimerizável ou pino de fibra de zircônia.

Esta avaliação foi feita em comparação com dentes sem reforços intra-radulares e dentes não fragilizados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Preparo dos espécimes

Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos-SP – UNESP (Anexo A).

Nesta pesquisa foram utilizados 56 dentes incisivos bovinos hígidos que foram obtidos em um matadouro de São José dos Campos-SP. Os dentes foram extraídos logo após o abate e, em seguida, limpos por meio de raspagem radicular com curetas periodontais, armazenados em recipientes fechados contendo solução fisiológica e congelados em *freezer* a -18°C até a sua utilização.

Os dentes foram selecionados de maneira que todos os espécimes apresentassem um diâmetro de aproximadamente 7mm no terço cervical da raiz. Para isto, os mesmos foram aferidos com um paquímetro. Após esta seleção prévia, os dentes tiveram suas coroas seccionadas próximo ao nível do terço médio, com um disco de carborundun (Dentorium Export Ltd – Labordental Ltda), padronizando o comprimento em 30mm (Figuras 1A e 1B). Para a abertura coronária e remoção do teto da câmara pulpar utilizou-se brocas esféricas diamantadas montadas em alta rotação (n^{os}1014, 1015 – KG Sorensen) segundo Valera (in Leonardo & Leal⁴⁶, 1998), em seguida, procedeu-se a remoção da polpa dental com limas endodônticas do tipo Hedströen (Maillefer – Michingan, USA) n^o45 (Figura 2). Foram realizados desgastes compensatórios com brocas diamantadas tronco-cônicas sem corte na ponta n^o3083 (KG Sorensen) e os canais foram instrumentados em toda a

diâmetro anatômico até a lima tipo Kerr (Maillefer – Michingan, USA) de nº80 (Figura 3A). Durante todo o preparo biomecânico, foram realizadas irrigações com solução de hipoclorito de sódio a 1% (Solução de Milton - Pharmácia Dinâmica), perfazendo um total de 10mL.

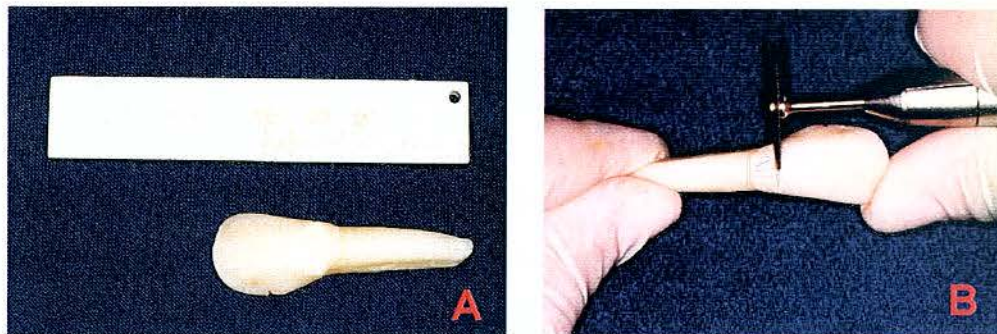


FIGURA 1 – Padronização dos espécimes: A) marcação do tamanho dos espécimes em 30mm; B) secção da coroa.

Para ampliar os terços cervical e médio das raízes, simulando dente com rizogênese incompleta, inicialmente os canais foram alargados até 20mm de extensão, com brocas Gates-Glidden (Essential Dental Systems, INC, USA) nºs 3, 4, 5 e 6 (Figura 3B). Após, as paredes dentinárias internas, até o nível da junção cimento-esmalte vestibular, foram desgastadas com uma broca para peça de mão (PM) em baixa rotação, de formato cônico arredondado nº721 (KG Sorensen – KG Sorensen Ind. e Com. Ltda – Barueri-SP) (Figuras 3C e 3D). Em seguida, com uma broca de formato cônico plano nº716 (KG Sorensen – KG Sorensen Ind. e Com. Ltda – Barueri-SP) para peça de mão em baixa rotação, realizou-se o alargamento radicular até 20mm no interior do canal radicular (Figuras 3E e 3F), deixando 10mm apical. Este alargamento foi realizado até obter-se a espessura radicular remanescente de aproximadamente 2mm. Para comprovar esta espessura, realizou-se tomadas radiográficas no sentido VL e MD. Para isto, os dentes foram

posicionados sobre uma película radiográfica (Kodak Insight – Eastman Kodak Company, Rochester, New York 14650, USA) com auxílio de cera utilidade. Em seguida, o filme com o dente posicionado foi colocado sobre uma superfície plana e o cone localizador do aparelho de raio X foi posicionado perpendicularmente ao filme e ao dente à uma distância de 10cm. Para a tomada radiográfica, utilizou-se o aparelho de Raios X (Time X 66 - Gnatus – Ribeirão Preto – SP - Brasil), com potência de saída no tubo de 66kvp - 6,5mA e potência nominal de 750W. As radiografias foram reveladas pelo método tempo/temperatura, fixadas, lavadas e secas. Em seguida, foram avaliadas em um negatoscópio e com auxílio de uma régua milimetrada, mediu-se a espessura das paredes radiculares (Figuras 4A e 4B).



FIGURA 2 – Vista incisal do espécime após a secção da coroa e remoção da polpa dental.

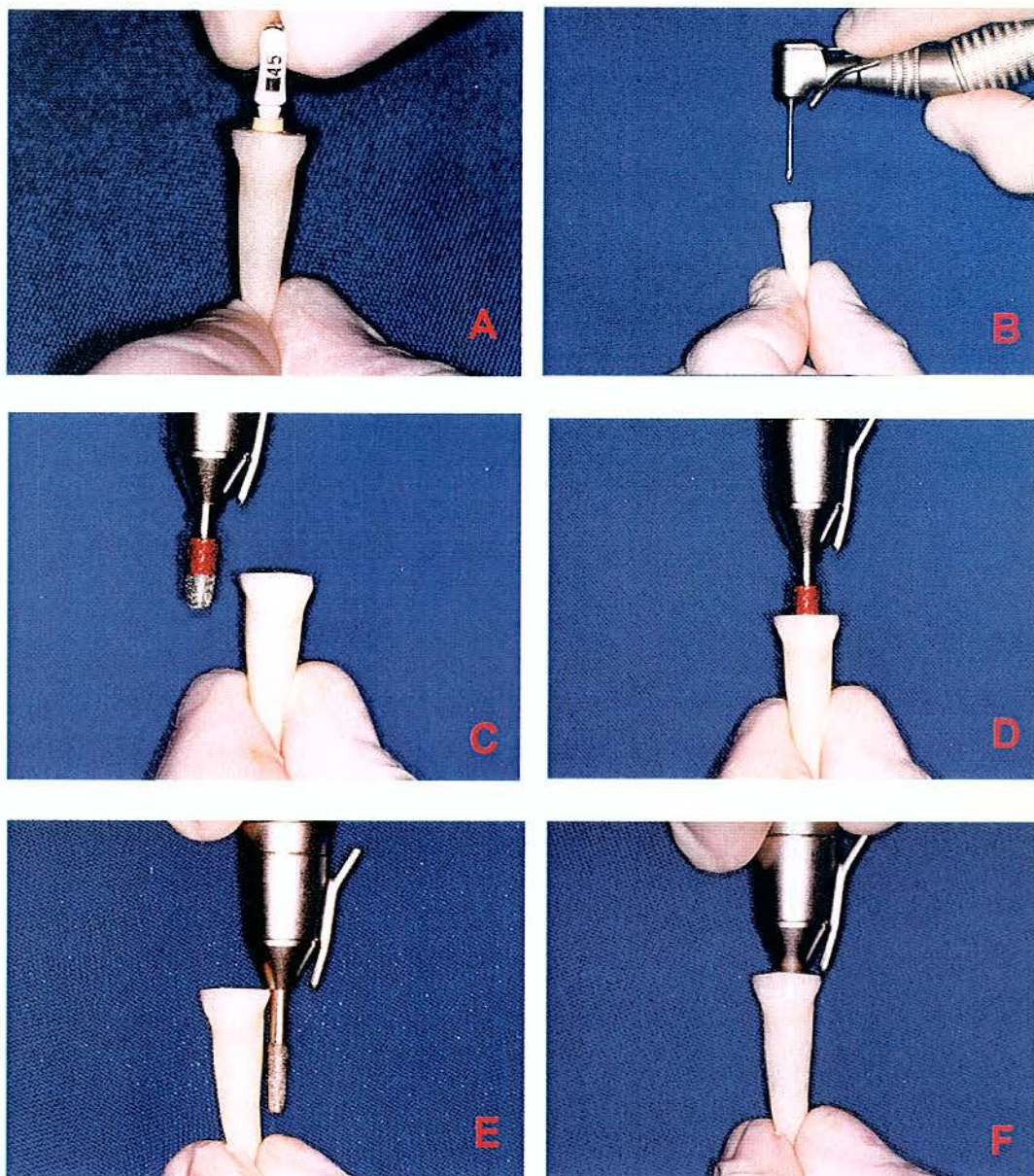


FIGURA 3 – Preparo dos espécimes: A) instrumentação endodôntica com limas tipo K; B) alargamento dos canais com brocas Gates-Glidden; C) medida da broca para alargamento da porção coronária; D) alargamento da porção coronária; E) medida da broca para o alargamento da porção radicular; F) alargamento do canal radicular.

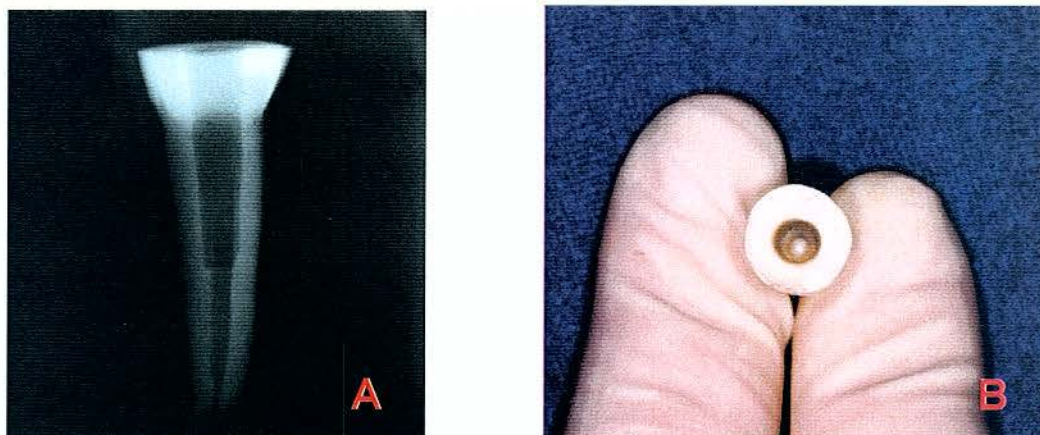


FIGURA 4 – Comprovação da espessura das paredes dentinárias dos espécimes fragilizados: A) Comprovação radiográfica; B) Comprovação visual por incisal.

Após o preparo e alargamento dos canais, os espécimes foram divididos em quatro grupos de 14 dentes cada, de acordo com o reforço radicular realizado, como segue:

Grupo 01: os 14 espécimes deste grupo tiveram o terço cervical e médio do canal radicular (vinte milímetros) reforçado com resina composta fotoativada (TPH – Dentsply Ind. e Com. Ltda – Petrópolis – RJ - Brasil), fotopolimerizada por uma fonte de luz polimerizadora (Ultralux – Dabi Atlante - SP). Para isto, um pino transparente do sistema Luminex (Dentatus – USA, Ltda. New York-NY) foi utilizado para auxiliar a fotopolimerização da resina no interior do canal radicular. Assim, foi realizado o condicionamento ácido com ácido fosfórico 37% (3M Dental Products, St. Paul, MN 55144, USA), aplicado por 15s nas paredes dentinárias. Em seguida, realizou-se uma lavagem abundante por 30s com água de uma seringa tríplice e secagem com cones de papel absorvente (Tanariman Industrial LTDA. Manacapuru Amazonas).

Aplicou-se o sistema adesivo (Prime & Bond 2.1 – Dentsply Ind. e Com. Ltda – Petrópolis - RJ) com *microbrush* (Dentsply Ind. e Com. Ltda – Petrópolis – RJ – Brasil) e, com a ponta do fotopolimerizador na abertura cervical, sua fotopolimerização foi realizada. A seguir, o pino transparente do sistema Luminex (1.6mm) (Dentatus Ltda, USA) foi adaptado até uma profundidade de 20 mm (final do terço médio do canal), travando neste comprimento. Com o pino nesta posição, a resina composta foi depositada entre o pino e as paredes do canal radicular, com a ajuda de espátula nº1 (Duflex – São Paulo - Brasil) e de condensadores de Paiva nº3 (Duflex – São Paulo - Brasil), e só então realizada a fotopolimerização do material por 60 segundos, sendo que a inserção e fotopolimerização da resina foi feita em dois momentos, no primeiro momento, a resina foi inserida até a metade do preparo (10mm) e fotopolimerizada, no segundo momento, foi feito o preenchimento do espaço restante, seguido de sua fotopolimerização, de forma que a ponta do fotopolimerizador mantia-se em contato com a extremidade do pino Luminex. Em seguida, o pino transparente foi removido, permanecendo assim o reforço estrutural, em resina composta, no terço médio e cervical das raízes (Figuras 5A, 5B e 5C). Após, o canal radicular foi obturado pela técnica da condensação lateral ativa com cones de guta-percha (Dentsply Ind. e Com. Ltda – Petrópolis – RJ) e cimento endodôntico Sealer 26 (Dentsply Ind. e Com. Ltda – Petrópolis – RJ). A cavidade de acesso foi restaurada com cimento de ionômero de Vidro (Vidrion-R – SS White Artigos Dentários – Rio de Janeiro - RJ)

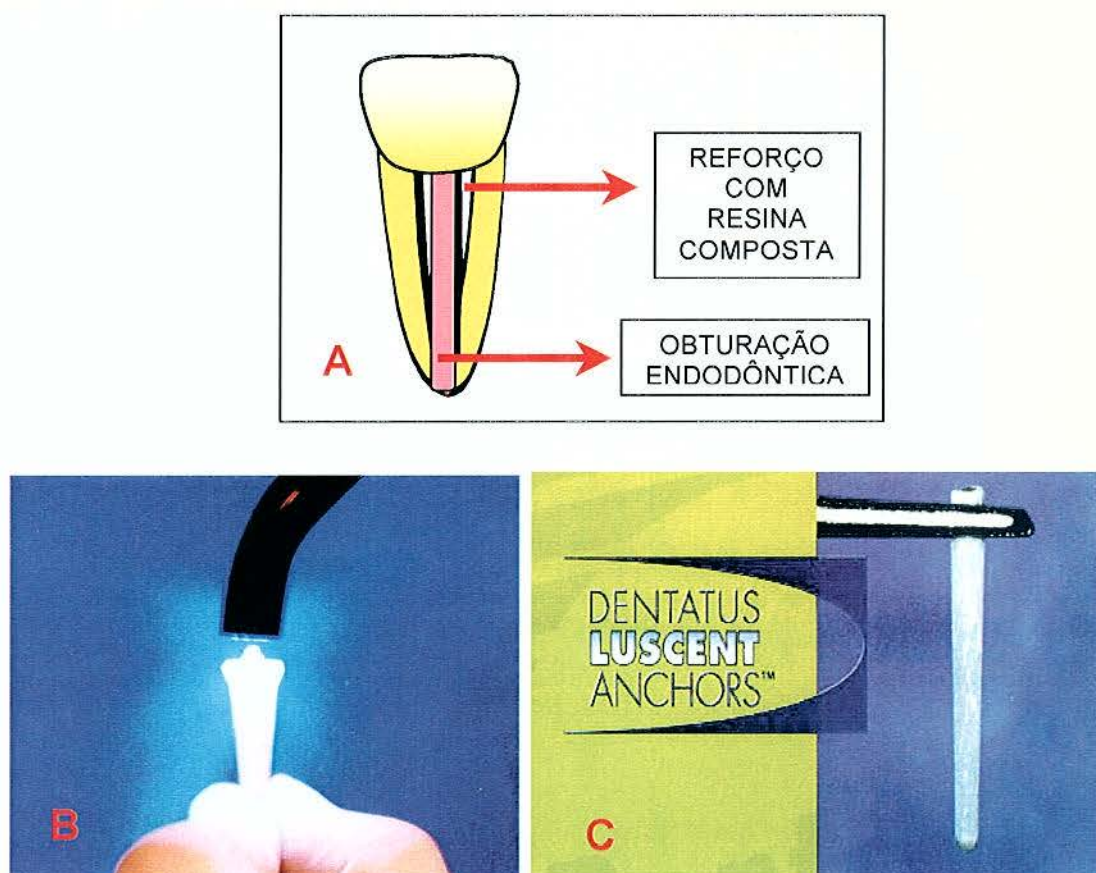


FIGURA 5 – A) Esquema representativo do grupo 01; B) Transmissão da luz fotopolimerizadora com pino do sistema Luminex no interior do canal radicular; C) Sistema Luminex.

Grupo 02: Os canais de todos os 14 espécimes foram obturados em toda a extensão radicular com cones de guta-percha e cimento endodôntico Sealer 26. Após, foram removidos 20mm do material obturador, nos terços cervical e médio da raiz, com instrumental aquecido, deixando 10mm de obturação no terço apical. Procedeu-se a realização do reforço. As raízes receberam reforço intra-radicular com pino de fibra de zircônia (1.7mm) (Cosmopost – Ivoclar AG – Schaan –

Liechtenstein – Great Britain). Para cimentação foi realizado o condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo, no interior do canal radicular, seguindo as recomendações do fabricante. A cimentação foi realizada com o cimento resinoso de cura *dual* Enforce (Dentsply Ind. e Com. Ltda – Petrópolis – RJ – Brasil), que recebeu uma fotopolimerização (40 segundos) inicial para iniciar o seu processo de cura. A cavidade de acesso foi restaurada com cimento de ionômero de vidro (Figuras 6A, 6B e 6C).

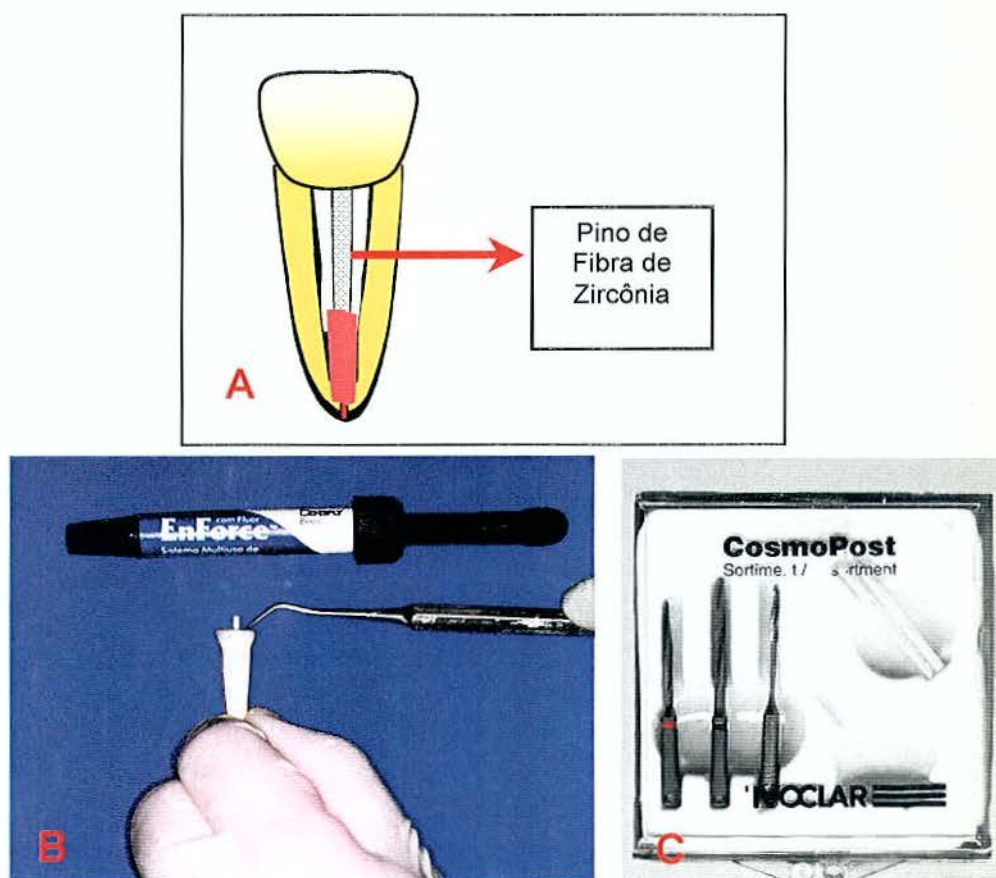


FIGURA 6- A) Esquema representativo do grupo 02; B) Cimentação do pino de zircônia com o cimento resinoso Enforce (Dentsply); C) Sistema Cosmopost.

Grupo 03: os 14 espécimes pertencentes a este grupo, após o preparo radicular semelhante aos grupos 01 e 02, não receberam reforço intra-radicular e tiveram seus canais obturados com cones de guta-percha e cimento obturador Sealer 26 (Controle Positivo). A abertura coronária foi restaurada com cimento de ionômero de Vidro (Vidrion-R – SS White) (Figura 7).

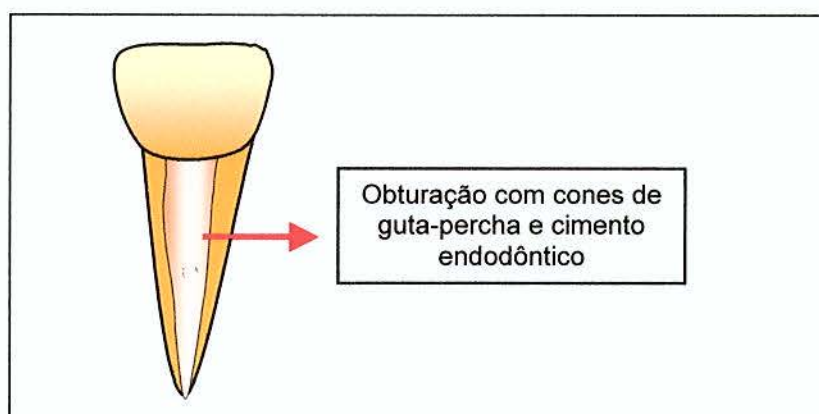


FIGURA 7 – Esquema representativo do grupo 03.

Grupo 04: foi constituído por 14 dentes, que tiveram suas polpas extirpadas com o auxílio de uma lima tipo Hedströen nº45 e não receberam desgaste interno com brocas e nem tratamento endodôntico (Controle Negativo) (Figura 8).

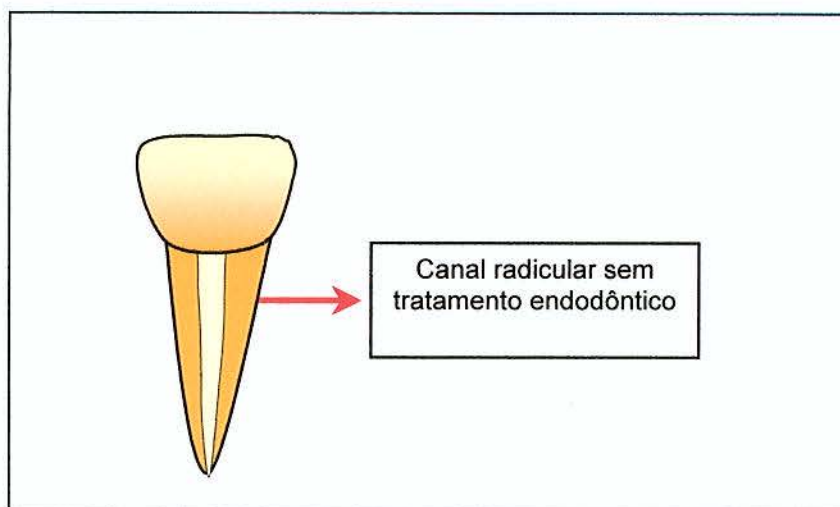


FIGURA 8 - Esquema representativo do grupo 04.

A obturação dos canais radiculares dos grupos 01, 02 e 03 foi realizada pela técnica da condensação lateral ativa com cones de guta-percha (Dentsply) e cimento Sealer 26 (Dentsply). Foram realizadas tomadas radiográficas no sentido méso-distal para verificar a qualidade das obturações (Figuras 9A e 9B).

4.2 Preparo dos corpos-de-prova

As raízes foram cobertas por uma fina camada (aproximadamente 0,2mm) de adesivo de borracha de silicone (Flexite – Alba Ind. Quím. – SP), com o auxílio de um pincel, para simulação do ligamento periodontal (Figura 10) e, após a cura completa deste material, os espécimes foram posicionados em cilíndricos metálicos padronizados, com 25mm de diâmetro e 30mm de altura. Em seguida, os cilindros foram preenchidos com resina acrílica quimicamente ativada (JET Artigos Odontológicos Clássicos – Lapa –São Paulo) e os espécimes mantidos em posição até a polimerização da resina, salientando que foi deixado 5mm da porção coronária externamente ao bloco (Figura 11A).

Para a adaptação dos corpos-de-prova à máquina de ensaio, foi confeccionado um dispositivo cilíndrico em aço inoxidável. Este cilindro apresenta um encaixe que permitiu a fixação dos corpos-de-prova

em uma inclinação de 45° (Figuras 11B e 11C), permitindo desta forma, a aplicação da força pela máquina de Teste Universal (Instron modelo 4331- Instron Corp., Canton, MA) (Figura11D).

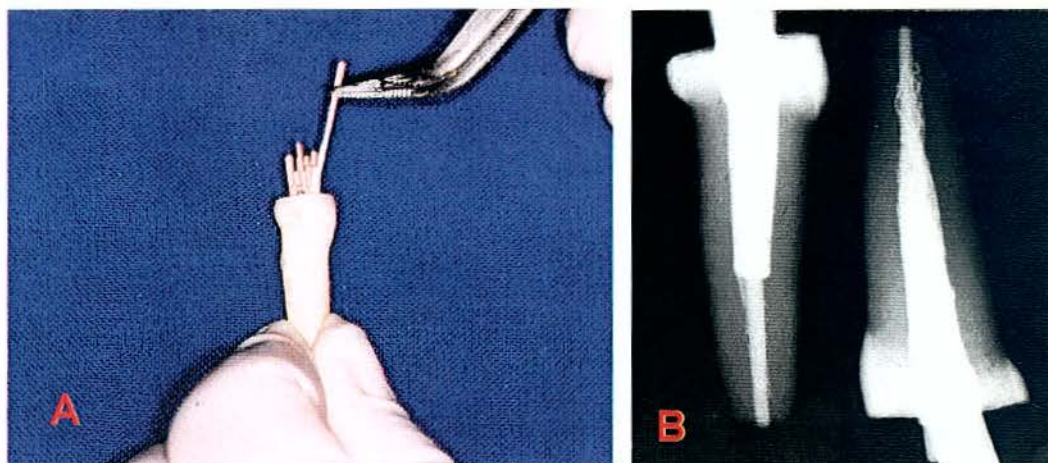


FIGURA 9 – A) Obturação endodôntica; B) Verificação radiográfica da qualidade da obturação.



FIGURA 10 – Aplicação da camada de borracha de silicone.

4.3 Teste de resistência à compressão

Os espécimes foram submetidos à força de compressão, a uma velocidade de 1mm/min, até a fratura. Para isso, o espécime foi fixado por parafusos à estrutura do dispositivo, permanecendo assim em uma inclinação de 45° (Figura 11C). Em seguida, o dispositivo foi adaptado à base da máquina de ensaio. O ensaio foi iniciado, com os valores em 0Kgf e continuado até a fratura do espécime. Após a fratura, a máquina registrou o valor máximo de resistência e estes dados obtidos foram anotados em fichas previamente formuladas e os resultados submetidos à análise estatística.

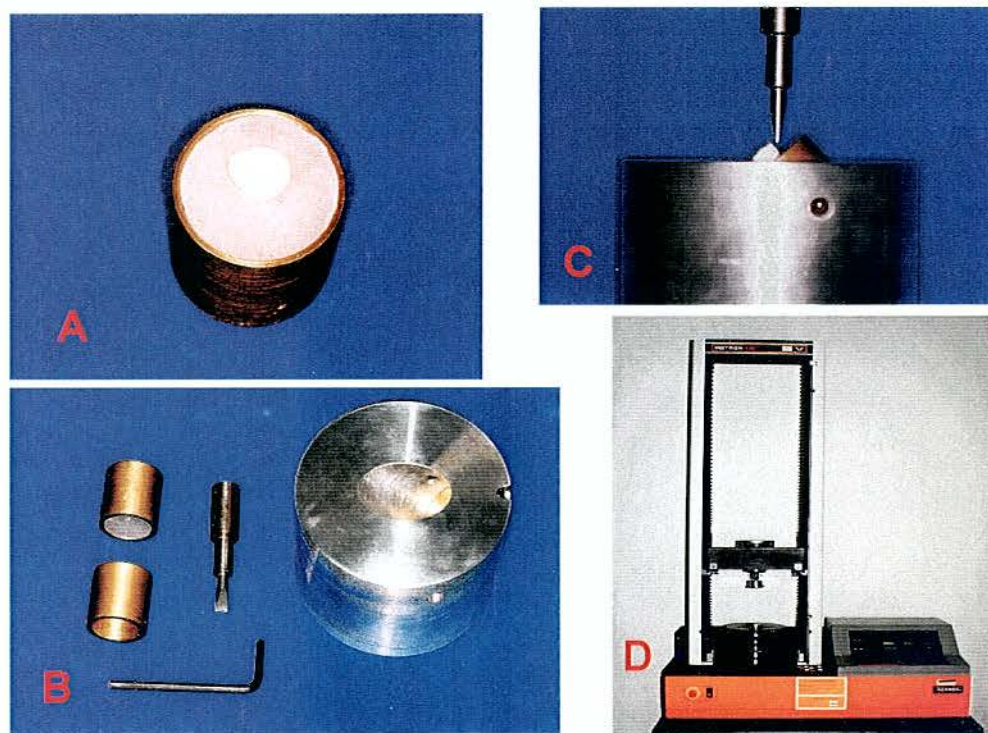


FIGURA 11 – Instrumentos utilizados para o teste de compressão: A) anel em cobre com o dente montado; B) dispositivos confeccionados para o ensaio; C) aplicação da força com inclinação de 45°; D) máquina de ensaio INSTRON 4331.

4.4 Análise estatística

Os resultados tabelados foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA) uma vez que os dados apresentados são correspondentes a valores numéricos, reais e contínuos e que se deseja testar variações de tratamento em relação a grupos controles. A amostragem foi composta de 56 dados, adotando-se um índice de 95% de confiança na inferência sobre a hipótese de que os grupos possuem distribuição normal. O teste foi realizado para dois fatores: grupos tratados X material utilizado comparados aos grupos controles. Os resultados da ANOVA comprovaram diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$). Em seguida foi realizado o teste de Tukey para identificar essas diferenças.

5 RESULTADOS

Avaliando o aumento da resistência estrutural conferida por reforços intra-radiculares através do ensaio de compressão nos dentes fragilizados obteve-se o Quadro 1, que apresenta estes valores em Kgf para cada um dos espécimes. Os grupos 03 e 04 compreendem respectivamente o grupo controle positivo (constituído por dentes fragilizados internamente) e o grupo controle negativo (constituído por dentes que não foram fragilizados).

Quadro 1 - Representação numérica (em Kgf) dos dados de resistência obtidos no ensaio de compressão para os espécimes dos quatro grupos.

	G 01 (Resina Composta/ Luminex)	G 02 (Pinos de Zircônia- Cosmopost)	G 03 Controle Positivo	G 04 Controle Negativo
01	126,90	124,51	78,01	123,02
02	122,30	137,40	78,23	112,60
03	124,10	111,00	73,85	122,25
04	123,00	115,98	79,20	135,30
05	118,30	122,30	79,69	124,30
06	122,30	115,70	73,42	149,41
07	126,00	124,30	74,39	151,32
08	121,11	114,52	75,10	127,30
09	112,60	118,70	85,24	136,20
10	108,70	124,60	84,60	133,91
11	121,00	107,44	86,17	134,11
12	137,90	132,10	70,82	148,20
13	127,00	136,30	79,80	126,80
14	122,20	124,40	77,30	138,22

A estatística descritiva da frequência de valores dos grupos tratados e controle pode ser visualizada na Figura 12.

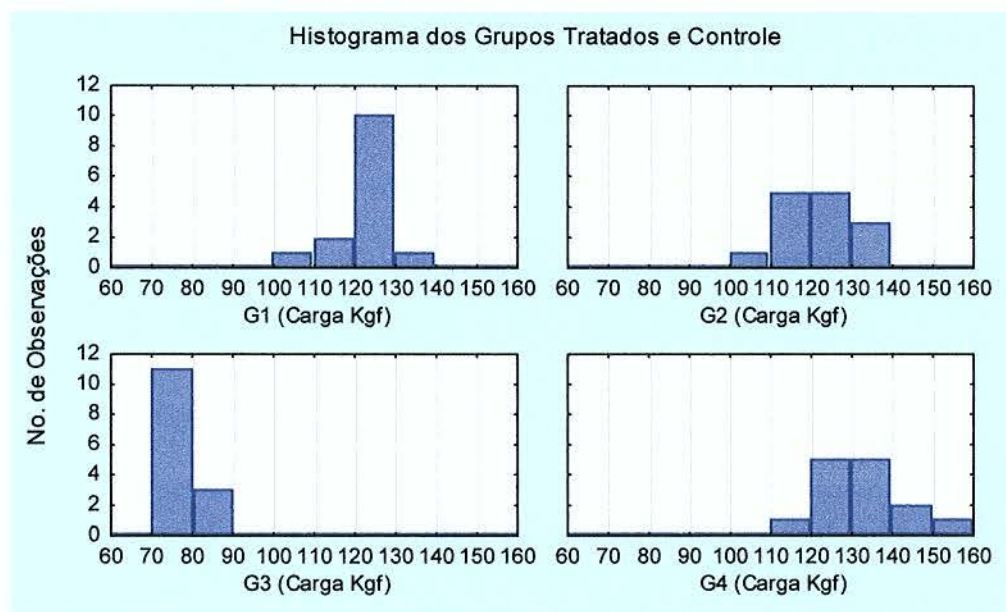


FIGURA 12 - Histograma da frequência dos valores da resistência dos espécimes submetidos à compressão.

De acordo com o Quadro 1 e histograma da Figura 12 obteve-se a Tabela 1, que representa a média e desvios-padrão para cada grupo estudado.

Tabela 1- Média e desvios-padrão (em Kgf) dos diferentes grupos estudados.

GRUPO	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO
01	122,38	6,80
02	122,08	8,95
03	78,28	4,64
04	133,06	11,29

O resultado da ANOVA mostrou que o valor de p-nível neste caso apresentou diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$). Para identificar essas diferenças utilizou-se o teste de Tukey, cujos resultados estão representados na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Representação dos p-níveis para cada par de grupos analisados.

	G1	G2	G3	G4
G1		0.999729	0.000163	0.006948
G2	0.999729		0.000163	0.005301
G3	0.000163	0.000163		0.000163
G4	0.006948	0.005301	0.000163	

Assim, o teste de Tukey mostrou que:

- a) os grupos G1 (Resina composta/Luminex) e G2 (Fibra de zircônia/Cosmopost) mostraram alta probabilidade de igualdade entre si (p-nível de 0,99), e foram significativamente diferentes dos grupos controle ($p < 0,05$);
- b) o grupo G4 (raízes sem fragilização) foi significativamente mais resistente do que os grupos tratados (G1 e G2) e controle positivo (G3);
- c) os grupos G3 (controle positivo) e G4 (controle negativo) foram estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,05$).

A partir dos dados da análise de variância obteve-se o gráfico de Box-Plot dos grupos que apresenta as médias com seus respectivos desvios-padrão (Figura 13).

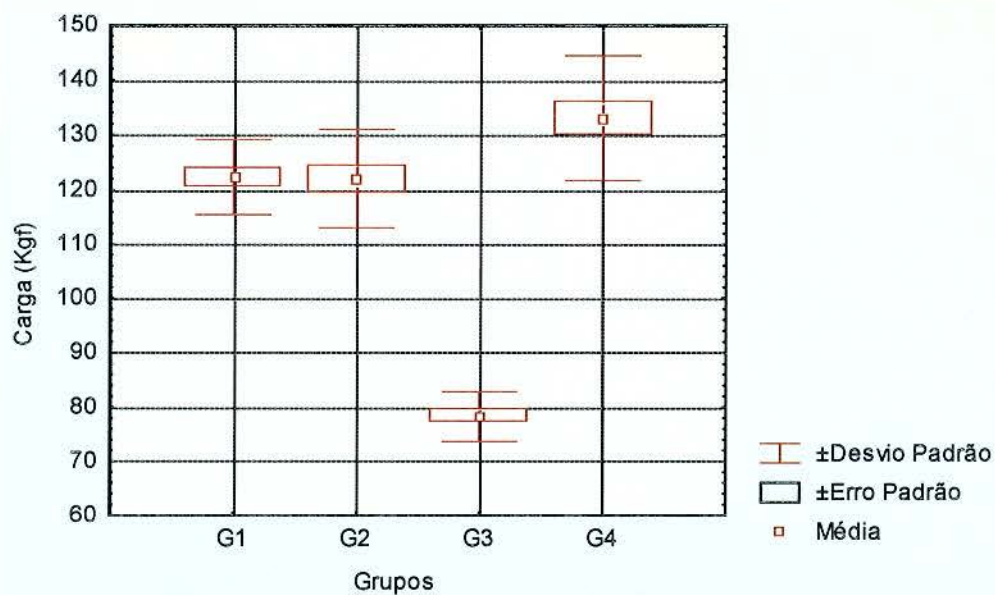


FIGURA 13 - Ilustração gráfica de colunas representativas das médias e desvios-padrão, de acordo com cada grupo experimental.

A Figura 14 ilustra um espécime representativo de cada grupo, após o teste de compressão e fratura dos espécimes.

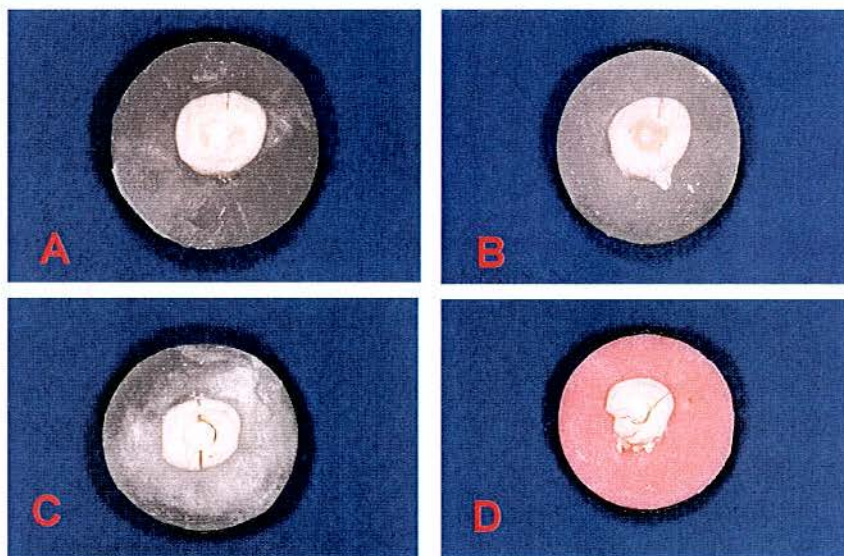


FIGURA 14 – Ilustração representando as fraturas ocorridas em cada grupo: A) Grupo 1; B) Grupo 2; C) Grupo 3; D) Grupo 4.

6 DISCUSSÃO

6.1 Da escolha do tema

Os dentes permanentes jovens, com incompleta formação do ápice radicular, quando sofrem traumatismos dentários com conseqüente necrose pulpar, necessitam de tratamento endodôntico com sucessivas trocas da medicação intracanal. Este procedimento é necessário para promover a apicificação e posterior obturação do canal radicular a fim de possibilitar a restauração definitiva do elemento dentário. Entretanto, esses dentes apresentam fragilidade radicular e coronária em decorrência da perda do volume da cavidade pulpar, perda da estrutura dental e da pouca espessura de suas paredes radiculares (Sornkul & Stannard⁷³, 1992).

Nos dentes permanentes jovens, a fragilidade das paredes dentinárias, principalmente na região cervical representa um sério problema clínico (Katebzadeh et al.⁴², 1998), pois, desta forma, o elemento dentário torna-se muito suscetível a traumas recorrentes (Oliveira et al.⁶¹, 2001). Caso uma nova injúria ocorra nestes dentes, os mesmos podem fraturar-se levando o caso ao insucesso (Trabert et al.⁷⁷, 1978 ; Deutsh et al.²³, 1985). De acordo com o estudo de Cvek¹⁹, 1992, a freqüência de fraturas está altamente relacionada com o estágio de desenvolvimento da raiz, ocorrendo em 77% dos dentes com menor desenvolvimento radicular e em 28% dos dentes com maior desenvolvimento da raiz.

Os dentes permanentes jovens, além da fragilidade das paredes dentinárias, apresentam outras condições anatômicas que dificultam o tratamento endodôntico radical, como: amplos ápices abertos

e paredes radiculares frágeis e divergentes em direção aos tecidos periapicais (Leonardo & Leal⁴⁶, 1998). Essa divergência de paredes e a forma cônica da porção apical do canal radicular impedem a realização do preparo biomecânico convencional, impossibilitando, assim, a formação de um batente apical, necessário ao travamento dos cones de guta-percha (Leonardo & Leal⁴⁶, 1998). Apesar das limitações anatômicas, o tratamento do canal radicular de dentes imaturos com necrose pulpar tem alcançado grande sucesso com a técnica de apicificação usando o hidróxido de cálcio como curativo de demora por 6 a 18 meses, o que proporciona a formação de uma barreira de tecido mineralizado na região apical (Kerekes et al.⁴³, 1980), determinando ou não o aumento do comprimento da raiz e o desenvolvimento das paredes do canal radicular (Leonardo & Leal⁴⁶, 1998). A formação desta barreira associada a uma perfeita obturação do sistema de canais radiculares tem oferecido ao cirurgião-dentista índices de sucesso extremamente altos no tratamento destes casos. Entretanto, dentes com ápice incompleto estão mais sujeitos a traumas reincidentes em função de vários fatores, como restaurações inadequadas, quantidade insuficiente de estrutura remanescente dentária, fragilidade radicular especialmente no terço cervical e obturações deficientes. Outros fatores também contribuem para a ocorrência de traumas reincidentes como a energia do impacto, a resiliência do objeto impactante e a forma e direção da força impactante (Andreassen & Andreassen³, 1994). Segundo Sornkul & Stannard⁷³ (1992), a suscetibilidade a novas fraturas pode ser minimizada com o emprego de pinos intra-radiculares e com bom material e agente adesivo utilizados na restauração definitiva. Estes trabalhos serviram como diretriz para a utilização da resina composta e pinos intra-radiculares com a finalidade de reforçar a estrutura dental de dentes com rizogênese incompleta simulada.

Entretanto, a utilização de resina composta intracanal é de difícil execução, especialmente devido à dificuldade de

fotopolimerização intracanal do material. Com o lançamento de sistemas de transmissão de luz fotopolimerizadora à distância (Luminex), a utilização de resina composta para reforçar as paredes dentinárias no interior do canal radicular pode ser realizada com eficiência, viabilizando sua utilização mesmo durante o processo de apicificação. Vários outros materiais (Love & Purton⁵⁰, 1996; Akkayan & Caniklioglu², 1998; Cohen et al.¹⁷, 1999; Burmann et al.¹², 2000) têm sido utilizados com a intenção de aumentar a resistência de dentes tratados endodonticamente. El-Khodery et al.²⁵, em 1990, verificaram um aumento de resistência da estrutura dentária quando o canal foi preenchido com resina composta. King & Setchell⁴⁴, em 1990, concluíram que houve menor dano ao dente quando foram utilizados pinos de fibra de carbono quando comparados às reconstruções com pinos tipo Para-Post. Em 1991, Burgess et al.¹¹ verificaram que o pino Flexi-Post foi o que melhor resistiu às forças de torção e de tensão, enquanto que o V-Lock foi melhor quando submetido à força de compressão. Yaman & Thorsteinsson⁸⁰, em 1992, verificaram que a utilização de pinos do sistema Para-Post conseguem distribuir melhor as forças que incidem sobre os dentes tratados endodonticamente, melhorando desta forma sua resistência. No trabalho de Cohen et al.¹⁷, em 1999, foi verificado que os pinos do sistema Flexi-Post apresentam uma boa retenção e distribuição de estresse. Akkayan & Caniklioglu², em 1998, verificaram que o pino Flexi-Post foi o que apresentou a maior resistência (113Kg), seguido pelo Para-Post (105Kg) e pelo Cast-Post (82Kg). Sirimai et al.⁷¹, em 1999, avaliaram o reforço interno de estruturas dentárias com pinos reforçados com fibra de polietileno (Ribbond) e resina composta, verificando menor incidência de fratura radicular vertical. O cimento de ionômero de vidro também foi usado como meio para auxiliar no reforço dentário (Johson et al.³⁹, em 2000).

Com base na literatura, pôde-se perceber a carência de trabalhos que visam aumentar a resistência de dentes fragilizados, como

ocorre nos casos de rizogênese incompleta, a fraturas recorrentes. Assim, buscou-se no presente trabalho avaliar a eficácia de dois métodos de reforços intra-radiculares: resina composta ou pino de fibra de zircônia, a fim de minimizar a recorrência destas fraturas que, em muitos casos, impossibilitam a restauração do remanescente dentário, levando o caso ao insucesso.

6.2 Da metodologia

Na presente pesquisa, foram utilizados dentes bovinos devido às dificuldades na obtenção de dentes humanos e aos problemas éticos relacionados. Além disso, o uso de dentes bovinos permitiu a padronização da amostra. Houve necessidade de realização de uma seleção prévia dos elementos dentários a fim de se obter os 56 dentes com raízes semelhantes anatomicamente e com 7mm de espessura no terço cervical da raiz. Para viabilizar esta padronização, optou-se pelos dentes bovinos. Vários autores sugerem a utilização destes dentes para pesquisas *in vitro* (Nakamichi et al.⁵⁹, 1983; Saunders⁶⁸, 1988), e verificam resultados aceitáveis dos testes de resistência adesiva e microinfiltração marginal de alguns materiais adesivos utilizando dentes bovinos, quando comparados aos dentes humanos (Reeves et al.⁶⁷, 1995; Silva et al.⁷⁰, 1996; Anido⁴, 2001). Nakamichi et al.⁵⁹ (1983) realizaram uma revisão de literatura sobre anatomia de dentes de mamíferos e concluíram haver similaridade entre eles. Saunders⁶⁸, em 1988, comparou a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos à dentina humana e bovina e concluiu que a dentina bovina pode substituir a dentina humana em estudos laboratoriais. Isidor et al.³⁸, 1999, utilizaram dentes bovinos para avaliar a resistência dos mesmos após o uso de reforços intra-radiculares. Os autores comentam que a idade do dente bovino têm influência na resistência da estrutura dentária, entretanto, esta influência também pode

ser observada nos dentes humanos. Em contrapartida, os autores acreditam que, apesar disto, a possibilidade de padronização da amostra quanto à idade dos animais e tamanho dos dentes podem ser fatores decisivos na escolha dos dentes bovinos para pesquisa *in vitro*.

Os dentes tiveram suas coroas seccionadas no terço médio, padronizando o tamanho dos espécimes em 30mm de comprimento. De acordo com os estudos de Fraga et al.²⁹, (1998), não é necessário que a coroa permaneça em seu tamanho completo, uma vez que a carga a ser utilizada no teste de compressão será aplicada próxima à junção cimento-esmalte. Além disto, no presente estudo realizou-se reforços para serem utilizados em dentes fragilizados; sendo assim, o corte da coroa permitiu simular melhor esta condição, além de padronizar os tamanhos dos espécimes. O preparo biomecânico foi realizado segundo a técnica preconizada por Leonardo & Leal⁴⁶ (1998), utilizando-se limas tipo Kerr desde seu diâmetro anatômico até a lima tipo K nº 80, em seguida, realizou-se o escalonamento com brocas Gates-Glidden nºs 4, 5 e 6; isto permitiu uma ampliação do canal e forame apical. Em seguida, o desgaste interno das paredes dentinárias foi realizado primeiramente com a broca diamantada nº 721, que penetrou até a junção cimento-esmalte e broca diamantada nº 716, que penetrou 20mm no interior do canal radicular. Estas brocas são tronco-cônicas, apresentando diâmetro de 4mm e 3mm, respectivamente. A conicidade pouco acentuada e o diâmetro destas brocas permitiram ampliar o terço cervical e médio do canal radicular, sendo que as raízes que apresentavam 7mm de espessura no terço cervical permaneceram, após o desgaste, com paredes dentinárias de aproximadamente 2mm na região cervical.

Após o preparo dos espécimes, todas as raízes receberam uma fina camada (aproximadamente 0,2mm) de borracha de silicone para simular o ligamento periodontal, de acordo com os trabalhos de El-Khodery et al.²⁵ (1990) e Akkayan & Caniklioglu² (1998). Este material foi aplicado com a ajuda de um pincel para que toda camada permanecesse

uniforme. A utilização desta borracha simula o ligamento periodontal, entretanto, apresenta algumas limitações. Outros estudos a utilizam para simular a condição clínica em estudos que submetem o dente a estresse; de acordo com os autores, a borracha de silicone permite a movimentação livre do dente à semelhança do ligamento periodontal (Akkayan & Caniklioglu², 1998). Em seguida, os espécimes foram montados em blocos de resina acrílica, como nos trabalhos de El-Khodery et al.²⁵ (1990); Burgess et al.¹¹ (1991), Trope et al.⁷⁸ (1992), Akkayan & Caniklioglu² (1998) permanecendo 5mm da porção coronária do espécime externa ao bloco (Isidor et al.³⁸, 1999), sem embutimento, para que a força pudesse ser aplicada na superfície lingual da coroa, a semelhança da condição bucal. A rigidez do material de embutimento dos dentes para serem submetidos ao teste de compressão influencia na força requerida para causar a fratura do dente, sendo que muitos autores preferem a resina acrílica pois esta simula o índice de compressibilidade da dentina (Akkayan & Caniklioglu², 1998).

Loney et al.⁴⁹, em 1995, realizaram um trabalho avaliando vários ângulos de incidência de força sobre dentes submetidos a ensaios mecânicos e comprovaram que os resultados variam em função do ângulo de incidência da carga. Verificaram que forças aplicadas paralelas ao longo eixo do dente levaram ao aumento da resistência do dente a estas forças. Na presente pesquisa, utilizou-se angulação de 45°, de acordo com El-Khodery et al.²⁵ (1990) e Burgess et al.¹¹ (1991), e carga incidindo na região lingual. Embora nos traumatismos dentários, o impacto tenha incidência vestibular, padronizou-se a força lingual pelo impacto mastigatório que ocorre no contato dos dentes superiores com os inferiores.

A força de compressão foi realizada por uma máquina de ensaio universal Instron (Modelo 4331) semelhante à usada por Burgess et al.¹¹ (1991), Hernandez et al.³⁵ (1994), Kahn et al.⁴⁰ (1996) e Akkayan & Caniklioglu² (1998). A velocidade usada para a compressão foi definida

em 1mm/min. Velocidades muito maiores, como de 3cm/min poderiam causar impacto (Katebzadeh et al.⁴², 1998) e não compressão, que foi a proposta da presente pesquisa. Para simular o impacto ocorrido em traumatismos, poderiam ser utilizadas forças maiores, entretanto, corria-se o risco de todos os dentes fraturarem ao primeiro impacto. Desta forma, optou-se por força de compressão com baixa velocidade, que proporcionou com mais exatidão a avaliação da resistência obtida pelos dois métodos avaliados.

O reforço intra-radicular com resina composta (TPH – Dentsply) foi realizado com o auxílio do Sistema Luminex (Dentatus), pois a eficiência deste sistema na fotopolimerização de resina composta intracanal já foi comprovada por Lui⁵¹, 1994. O uso de resina composta autopolimerizável não foi indicado, pois poderia gerar dificuldade durante sua inserção no interior do canal radicular devido a rápida polimerização. Em contrapartida, as resinas fotopolimerizáveis permitiriam um controle maior durante a adaptação em profundidade no interior do canal radicular. A polimerização da resina foi constatada em toda a extensão do canal radicular, após a remoção do pino transparente, através do uso de um explorador. Entretanto, não se verificou na literatura trabalhos que avaliem esta polimerização em profundidade de 20mm, mesmo usando o sistema Luminex. Lui⁵¹, em 1994, verificou que a fotopolimerização ocorreu em profundidades superiores a 11mm no interior do canal radicular com o auxílio do pino transparente para a transmissão da luz fotopolimerizadora. Entretanto, a completa polimerização não pode ser garantida, pois não foram realizados testes com esta finalidade.

Com relação à utilização de reforços da estrutura dental com pinos intra-radulares, vários trabalhos vêm sendo realizados, utilizando diversos sistemas de pinos pré-fabricados, tais como: fibra de carbono, fibra de vidro, titânio, quartzo, fibra de zircônia ou núcleos metálicos fundidos. Os pinos metálicos (titânio, platina, etc.) são mais comumente usados por suas excelentes propriedades físicas (resistência

mecânica) e de biocompatibilidade (Christensen¹⁵, 1998). Entretanto, sua coloração metálica e completa opacidade causam descoloração e sombras na região cervical devido ao manchamento da gengiva e raiz, como consequência ocorre o comprometimento do resultado estético final da restauração. Devido a estas desvantagens, pinos não-metálicos associados a restaurações em cerâmica pura vem ganhando a preferência dos profissionais para a utilização nestes casos (Hochman and Zalkind³⁷, em 1999). Dentre estes pinos, encontram-se os pré-fabricados em cerâmica de zircônia que apresentam boas propriedades mecânicas e de biocompatibilidade que, em combinação com novas técnicas adesivas podem permitir uma ligação direta do pino à raiz e ao núcleo em resina composta (Zalkind & Hochman⁸³, em 1998). Suas vantagens incluem resistência, capacidade de ligação com o agente cimentante, facilidade de confecção imediata do núcleo em resina (Cohen et al.¹⁶, 1995), o que permite ao cirurgião-dentista completar o preparo do núcleo imediatamente após a cimentação do pino pré-fabricado (Zalkind and Hochman⁸³, 1998). Os pinos estéticos, como os pinos de zircônia, apresentam transparência similar ao dente natural possibilitando ótima estética quando da utilização de restaurações em cerâmica pura (Cormier et al.¹⁸, 2001).

Ainda, os pinos e núcleos em cerâmica cimentados com a técnica adesiva podem ser usados em combinação com coroas em cerâmica pura porque podem contribuir para a obtenção de uma melhor transmissão e reflexão da luz, apresentando assim translucidez natural da restauração adicionada à biocompatibilidade e boas propriedades mecânicas (Koutayas & Kern⁴⁵, 1999). Devido a estas vantagens optou-se no presente trabalho, pela utilização dos pinos de fibra de zircônia (Cosmopost-Ivoclar), pois de acordo com os trabalhos de Zalkind & Hochman⁸³, em 1998; Asmussen et al.⁶, 1999; Hochman & Zalkind³⁷, 1999, estes pinos apresentam bons resultados estéticos, além de resistência à compressão, embora Asmussen et al.⁶, 1999, tenham

verificado que a sua alta dureza torna muito difícil a sua remoção nos casos em que ocorrerem falhas na restauração ou no tratamento endodôntico.

A escolha do cimento resinoso de cura *dual* (Enforce – Destply) utilizado no presente trabalho para realizar a cimentação dos pinos de zircônia foi baseada nos estudos de Mendoza et al.⁵⁷, (1997), que utilizaram um cimento resinoso (Panavia-Kuraray) associado ao pino de zircônia, verificando maior resistência à fratura quando comparado ao uso de cimentos convencionais (fosfato de zinco). A utilização dos cimentos resinosos possibilita um aumento da resistência adesiva entre a dentina, o cimento e o pino, formando um complexo estrutura radicular/pino, que pode apresentar uma menor fragilidade quando comparado às técnicas tradicionais de cimentação (Mendoza et al.⁵⁷, 1997).

6.3 Dos resultados

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, os grupos que receberam reforços intra-radulares, G1(Resina/Luminex) e G2 (Cosmopost), não foram diferentes estatisticamente e apresentaram valores médios de resistência de $122.38 \pm 6.80\text{Kgf}$ e $122.08 \pm 8.95\text{Kgf}$, respectivamente. O grupo G3 (dentes fragilizados e sem reforço intra-radicular) foi o que apresentou menor valor médio de resistência $78.28 \pm 4.64\text{Kgf}$, com diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos. O Grupo 04 (dentes sem preparo) foi considerado estatisticamente o melhor grupo, com valor médio de resistência de $133,06 \pm 11,29\text{Kgf}$. Analisando estes resultados, observa-se que dentes com paredes radulares finas são significativamente mais frágeis do que dentes com maior espessura radicular. Transportando estes valores para

situações clínicas, pôde-se comprovar que dentes com rizogênese incompleta são mais suscetíveis a fraturas radiculares do que dentes com ápice completo, que já apresentam maior espessura radicular. Estes achados estão de acordo com Trabert et al.⁷⁷, 1978 ; Deutsh et al.²³, 1985; Katebzadeh et al.⁴², 1998. Entretanto, deve-se considerar que, no presente estudo, avaliou-se força de compressão e não de impacto. Forças de compressão simulam a condição clínica sem trauma recorrente de significância. Na clínica diária, freqüentemente, nos dentes que apresentam rizogênese incompleta, ocorrem impactos que atingem o dente com carga superior a 3cm/min (Katebzadeh et al.⁴², 1998) e na superfície vestibular. Isto representa uma agressão muito acima daquela simulada na presente pesquisa.

Deve-se ressaltar que crianças que sofrem traumatismos dentários apresentam fatores predisponentes a estas ocorrências como *overjet* acentuado, mordida aberta anterior, classe II de Angle, lábio superior curto e fino, entre outros (Forsberg & Tedestam²⁷, 1993; Araújo & Valera⁵, 1999). Sendo assim, é grande a possibilidade dos dentes que sofreram traumatismos apresentarem traumas reincidentes. Isto leva a concordar com os resultados de Oliveira et al.⁶¹, 2001, que verificaram quase 20% de traumas reincidentes quando analisaram apenas casos de traumatismos em dentes com rizogênese incompleta. Devido a isto, pode-se estimar com freqüência a perda do elemento dental, mesmo após o sucesso da terapia de apicificação, devido a traumas reincidentes nos dentes com paredes radiculares finas e frágeis. Esta ocorrência e os resultados obtidos no presente estudo, onde comprova-se a perda de resistência da estrutura dental, após fragilização do mesmo, mostram a importância em utilizar-se reforços intra-radulares nestes dentes, especialmente com rizogênese incompleta.

No presente estudo, verificou-se que ao utilizar o reforço intra-radicular houve aumento significativo da resistência à compressão na estrutura dental, independente do material utilizado. Este aumento de

resistência aproximou-se ao de um dente normal (sem fragilidade), como pôde-se observar no Quadro 1 e Tabela 1, tanto quando se utilizou a resina composta como o pino de zircônia.

Asmussen et al.⁶, em 1999, utilizaram pinos de fibra de zircônia comparando-o com os pinos de fibra de titânio e de fibra de carbono; verificaram que os pinos de zircônia apresentaram maior dureza, maior limite de elasticidade e resistência semelhante aos de fibra de titânio; sendo os pinos de zircônia mais duros, esperava-se menor resistência à compressão com conseqüente fratura. Entretanto, Heydecke et al.³⁶, 2001, utilizaram pinos de fibra de zircônia, fibra de titânio e resina composta em dentes incisivos humanos extraídos e verificaram média de resistência à fratura dos pinos de fibra de zircônia de 1057N=107,8Kgf, superior aos dos pinos de titânio (1038N=105,8Kgf), mas inferiores aos dentes hígidos (1171+119,4Kgf). Embora os trabalhos acima citados não tenham simulado dentes com rizogênese incompleta, seus resultados são semelhantes aos obtidos na presente pesquisa, em que a utilização de reforços intra-radulares com pinos de fibra de zircônia aumentou significativamente a resistência destes espécimes à compressão (122,38Kgf), levando a resistência estrutural próxima a de um dente sem fragilização (Tabela 1). Butz et al.¹³, em 2001, compararam pinos de titânio com resina composta, pinos de zircônia com resina composta ou com núcleo prensado e pino e núcleo prensados em metal. Submeteram os dentes à cargas mastigatórias simuladas e ciclagem térmica, seguido do teste de compressão. Verificaram que pinos de zircônia com resina composta apresentaram menores valores de resistência, enquanto que o pino de zircônia com núcleo prensado não apresentou fraturas durante a simulação das cargas mastigatórias sendo que, aos testes de compressão, este apresentou resultados semelhantes aos demais. Mannoci et al.⁵⁴, em 1999, comparam a performance de dentes restaurados com pinos de fibra de quartzo, pinos de fibra de carbono-quartzo e pinos de fibra de zircônia, todos cobertos por coroas em

cerâmica pura, que foram submetidos ao teste de resistência com cargas cíclicas (2 ciclos/s e força máxima de 250N), onde verificaram que todos os pinos de fibra utilizados foram melhores do que o grupo controle (sem pino), entretanto, o pino de zircônia foi o menos resistente entre os três pinos avaliados. Na presente pesquisa, a utilização do pino de zircônia aumentou significativamente a resistência dos dentes fragilizados e foi similar ao reforço intra-radicular com resina composta.

A utilização do reforço intra-radicular com resina composta utilizando o sistema de transmissão de luz fotopolimerizadora (Luminex), no presente trabalho, aumentou significativamente a resistência das paredes dentinárias dos dentes fragilizados. Estes resultados foram diferentes dos obtidos por Heydecke et al.³⁶, 2001, que verificaram que a resina composta não aumentou a resistência dental aos testes de compressão. Entretanto, Katebzadeh et al.⁴² (1998) observaram, em seu estudo, que todos os grupos experimentais que receberam reforços intra-radulares com resina composta e pinos do sistema Luminex apresentaram uma resistência significativamente maior que os dentes com finas paredes dentinárias que não receberam reforços. El-Khodery et al.²⁵ (1990) verificaram em seu estudo que o preenchimento do canal radicular com resina composta autopolimerizável Concise aumentou os valores de resistência à compressão em 45°, tendo um acréscimo de resistência de 59% sobre o grupo que não utilizou nenhum reforço intra-radicular e, ainda, apresentou uma resistência superior ao grupo em que foram cimentados pinos do sistema Para-Post, concluindo que dentes tratados endodonticamente e reforçados com resina composta, tanto na porção radicular quanto coronária, apresentam uma maior resistência à fratura que dentes tratados com outras técnicas. De acordo com o fabricante (Dentatus), os pinos com tecnologia de transiluminação para restaurar paredes dentinárias comprometidas, que apresentam uma fina espessura, são capazes de reforçar a estrutura radicular, proporcionando máxima resistência, suporte e retenção. Além

disto, a resina composta dentro do canal tem a capacidade de mascarar pinos metálicos, o que pode proporcionar uma melhor resolução estética no tratamento.

Pinelli et al.⁶³, em 2000, avaliaram a microdureza Vickers da resina composta Z100 (3M) fotopolimerizada por pinos do sistema Luminex (Dentatus), onde a microdureza foi testada em dois pontos: a 1 e a 2mm distante do pino; verificaram que a média da dureza Vickers a 1mm foi de 54,10VHN e a 2mm foi de 30,42VHN, concluindo que o pino Luminex foi capaz de fotopolimerizar a resina composta e que a região situada mais próxima ao pino apresentou um maior grau de polimerização. No presente trabalho, a espessura de resina composta utilizada para reforçar as paredes dentinárias do canal radicular foi de, em média, 0,7mm em cada parede, espessura esta que certamente foi fotopolimerizada pelo sistema Luminex, de acordo com o estudo acima citado.

Os resultados do presente estudo mostram a perda de resistência à compressão de dentes fragilizados; transportando estes resultados para a clínica, pode-se dizer que dentes com rizogênese incompleta são potenciais para a ocorrência de fraturas com conseqüente perda do elemento dentário. Estas observações alertam sobre a necessidade do uso de reforços intra-radiculares para a preservação destes dentes. Estes reforços não precisam ser sofisticados, utilizando sistemas de pinos com custo elevado. Pelo presente estudo, o uso de resina composta pode levar o aumento da resistência estrutural à semelhança do sistema de pinos de zircônia. Este aumento de resistência atinge valores próximos aos dentes que não se apresentam fragilizados.

7. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- a) a utilização de reforços intra-radulares: resina composta ou pino de fibra de zircônia, aumentou significativamente a resistência à compressão de dentes com estrutura radicular fragilizada;
- b) os dentes fragilizados que não receberam reforços intra-radulares apresentaram menor resistência à compressão;
- c) os dentes sem fragilização foram significativamente mais resistentes que os fragilizados, independente do uso de reforços intra-radulares;
- d) faz-se necessário a utilização de reforços intra-radulares em dentes com paredes dentinárias finas e frágeis, a fim de aumentar sua resistência e minimizar a reincidência de fraturas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 ABOU-RASS, M. Post and restoration of endodontically treated teeth. **Curr Opin Dent**, v.2, p.99-107, Jun. 1992.
- 2 AKKAYAN, B.; CANIKLIOGLU, B. Resistance to fracture of crowned teeth restored with different post systems. **Eur J Prosthodont Restor Dent**, v.6, n.1, p.13-18, Mar 1998.
- 3 ANDREASSEN, J.O., ANDREASSEN, F.M. **Essentials of traumatic injuries to the teeth**. Munksgaard, Copenhagen. 1994. 168p.
- 4 ANIDO, A.A. **Dentina humana e bovina, estudo comparativo da resistência adesiva de três diferentes profundidades: teste de cisalhamento**. 2001.160f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos –SP
- 5 ARAÚJO, M.A.M.; VALERA, M.C. **Tratamento clínico dos traumatismos dentários**. São Paulo; Artes Médicas, 1999. 277p.

* Baseado em:
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. Informação e documentação: referências, elaboração, NBR6025. Rio de Janeiro, 2000. 22p.

- 6 ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A.; HEITMANN, T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. **J Dent**, v.27, n.4, p.275-8, May 1999.
- 7 BANKS, W.J. Sistema digestivo I – Canal alimentar. In:__. **Histologia veterinária aplicada**. São Paulo: Manole, 1992. Cap. 21, p.425-36.
- 8 BONFIN, M.D.C. **Estudo comparativo, ao microscópio de luz, da morfologia das dentinas bovina e humana**. 2000. 46f. Monografia (Especialização em Dentística Restauradora) – Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes.
- 9 BRANDAL, J.L.; NICHOLLS, J.I.; HARRINGTON, G.W. A comparison of three restorative techniques for endodontically treated anterior teeth. **J Prosthet Dent**, v.58, n.2, p.161-5, Aug. 1987.
- 10 BRITO, A.A. et al. Resistência à tração de pinos intra-radicares utilizando-se diferentes sistemas adesivos. **Pesq Odontol Bras**, v.15, supl., p.67, 2001. (Trabalho apresentado à 18º Reunião Anual da SBPqO - Resumo I361).
- 11 BURGESS, J.W. et al. Four endodontic posts tested in tension, torsion and compression. **J Dental Research**, v.70, p.387, 1991. sp. iss. (Abstract.967).

- 12 BURMANN, P.A., et al. Resistência à fratura de dentes bovinos despolpados restaurados através de sistemas de pinos pré-fabricados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 17, 2000, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: SBPqO, 2000. p.144. (Resumo B290).
- 13 BUTZ, F. et al. Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post-and-core systems: an in vitro study. **Int J Prosthodont**, v.14, n.1, p.58-64, Jan-Feb. 2001.
- 14 CATHRO, P.R.; CHANDLER, N.P.; HOOD, J.A.A. Impact resistance of crowned endodontically treated central incisors with internal composite cores. **Endod Dent Traumatol**, v.12, n.3, p.124-128, Jun 1996.
- 15 CHRISTENSEN, G.J. Posts and cores: state of the art. **J Am Dent Assoc**, v.129, n.1, p.96-97, Jan. 1998.
- 16 COHEN, B.I. et al. Split-shank threaded posts and threaded posts: tensile properties and stress levels. **J Esthet Dent**, v.7, n.4, p.174-8, 1995.
- 17 COHEN, B.I. et al. Comparison of the retentive and photoelastic properties of two prefabricated endodontic post systems. **J Oral Rehabil**, v.26, n.6, p.488-94, June. 1999.

- 18 CORMIER, C.J.; BURNS, D.R.; MOON, P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. **J Prosthodont**, v.10, n.1, p.26-36, Mar. 2001.
- 19 CVEK, M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. **Endod Dent Traumatol**, v.8, n.2, p. 45-55, Apr 1992.
- 20 CVEK, M.; SUNDSTRÖM, B. Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide. **Odont Revy**, v.25, n.4, p.379-392, 1974.
- 21 DABAS, V.K. Comparative evaluation of strength of various core restorative material for endodontically treated anterior teeth. **Indian J Dent Res**, v.11, n.4, p.139-44, Oct-Dec. 2000.
- 22 DEL BEL CURY, A.A.; DA COSTA, W.F. Restoration of endodontically treated teeth. **Rev Faculdade Odontol Lins**, v.3, n.2, p.22-27, Jul-Dec. 1990.
- 23 DEUTSCH, A.S. et al. Root fracture during insertion of prefabricated posts related to root size. **J Prosthet Dent**, v.53, n.6, p.786-9, Jun. 1985.
- 24 DUARTE, J.L.P. et al. Distribuição de tensões em dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos e pinos em fibra de carbono. **Pesq Odontol Bras**, v.15, supl., p.106, 2001. (Trabalho apresentado à 18ª Reunião Anual da SBPqO - Resumo A284).

- 25 EL-KHODERY, A.M.E.; EL-BAGHDADY, Y.M.; IBRAHIM, R.M. A comparative study of restorative techniques used to reinforce intact endodontically treated anterior teeth. **Egyptian Dent J**, v.36, n.3, p.193-205, 1990.
- 26 FINUCCANE, D.; KINIRONS, M.J. Non-vital immature permanent incisors: factors that may influence treatment outcome. **Endod Dent Traumatol**, v.15, p.273-277, 1999.
- 27 FORSBERG, C.; TEDESTAM, G. Etiological and predisposing factors related to traumatic injuries to permanent teeth. **Swe Dent J**, v.17, n.5, p.183-90, 1993.
- 28 FOWLER, C.S. et al. Influence of selected variables on adhesion testing. **Dent Mater**, v.8, n.4, p.265-269, Jul. 1992.
- 29 FRAGA, R.C. et al. Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. **J Oral Rehabil**, v.25, n.11, p.809-13, Nov. 1998.
- 30 FREITAS, V.P. et al. Resistência à compressão de dentes restaurados com dois sistemas de pinos e núcleos. **Pesq Odontol Bras**, v.15, supl., p.51, 2001. (Trabalho apresentado à 18ª Reunião Anual da SBPqO - Resumo I237).
- 31 GLENDOR, U.; KOUCHEKI, B.; HALLING, A. Risk evaluation and type of treatment of multiple dental trauma episodes to permanent teeth. **Endod Dental Traumatol**, v.16, n.5, p.205-10, Oct. 2000.

- 32 GODDER, B.; STRASSLER, H.E.; PAYNE, T.M. Restoring endodontically treated teeth. Two different post systems. **The N Y State Dent J**, v.58, n.4, p.45-50, Apr. 1992.
- 33 GOODIS, C.; Endodontic emergency procedures for injured permanent teeth. **New Mex Dent J**, v.49, n.4, p.6-7, Oct. 1998.
- 34 GUTMANN, J.L. In dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v.62, n.4, p.458-467, Apr. 1992.
- 35 HERNANDEZ, R. et al. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentine bonding systems. **Int. Endod. Journal.**, v.27, n.6, p.281-284, Nov. 1994.
- 36 HEYDECKE, G.; BUTZ, F.; STRUB, J.R. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in vitro study. **J Dent**, v.29, n.6, p.427-33, Aug. 2001.
- 37 HOCHMAN, N.; ZALKIND, M. New all-ceramic indirect post-and-core system. **J Prosthet Dent**, v.81, n.5, p.625-9, May 1999.
- 38 ISIDOR, F.; BRONDUM, K.; RAUNHOLT, G.; The influence of post length on resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. **Int J Prosthodont**, v.12, n.1, p.78-82, Jan-Feb. 1999.
- 39 JOHNSON, M.E. et al. Evaluation of root reinforcement of endodontically treated teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.90, n.3, p.360-4, Sept. 2000.

- 40 KAHN, F.H. et al. Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems. **J Prosthet Dent**, v.75, n.2, p.148-153, Feb. 1996.
- 41 KAKEHASHI, Y. et al. A new all-ceramic post and cores system: clinical, technical, and in vitro results. **Int J Periodont Rest Dent**, v.18, n.6, p.587-93, Dec. 1998.
- 42 KATEBZADEH, N.; DALTON, C.; TROPE, M. Strengthening immature teeth during and after apexification. **J Endod**, v.24, n.4, p.256-9, Apr. 1998.
- 43 KEREKS, K.; HEIDE, S.; JACOBSEN, I. Follow-up examination of endodontic treatment in traumatized juvenile incisors. **J Endod**, v.6, n.9, p.744-748, Sep. 1980.
- 44 KING, P.A.; SETCHELL, D.J. An *in vitro* evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless tooth. **J Oral Rehabil**, v.17, n.6, p.599-609, Nov. 1990.
- 45 KOUTAYAS, S.O.; KERN, M. All-ceramic posts and cores: the state of the art. **Quintessence Int**, v.30, n.6, p.383-92, Jun 1999.
- 46 LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. **Endodontia: tratamento de canais radiculares**. 3. ed. São Paulo: Panamericana. 1998. 908p.
- 47 LEWGOY, H.R. et al. Estudo das tensões geradas por diferentes pinos intra-radulares em um incisivo central superior. **Pesq Odontol Bras**, v.15, supl., p.97, 2001. Trabalho apresentado à 18ª Reunião Anual da SBPqO - Resumo A215.

- 48 LINDAVER, P.A. et al. Vertical root fractures in curved roots under simulated clinical conditions. **J. Endod**, v.15, n.8, p.345-9, Aug. 1989.
- 49 LONEY, R.W.; MOULDING, M.B.; RITSCO, R.G. The effect of load angulation on fracture resistance of teeth restored with cast post and cores and crowns. **Int J Prosthodont**, v.8, n.3, p.247-51, May 1995.
- 50 LOVE, R.M.; PURTON, D.G. The effect of serrations on carbon fiber posts-retention within the root canal, core retention, and post rigidity. **Int J Prosthodont**, v.9, n.5, p.484-8, 1996.
- 51 LUI, J.L. Depth of composite polymerization within simulated root canals using light-transmitting posts. **Oper Dent**, v.19, n.5 p.165-8, Sept/Oct. 1994.
- 52 MACARI, P.C. et al. Resistência à fratura de dentes restaurados com três diferentes pinos intra-radiculares diretos estéticos. **Pesq Odontol Bras**, v.15, supl., p.50, 2001. (Trabalho apresentado à 18ª Reunião Anual da SBPqO - Resumo I229).
- 53 MACKIE, I.C.; BLINKHORN, A.S. Dental trauma: 4. Avulsion and replantation of immature teeth. **Dental Update**, v.23, n.5, p.201-3, June, 1996.
- 54 MANNOCCI, F.; FERRARI, M.; WATSON, T.F. Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber, and zirconium dioxide ceramic root canal posts. **J Adhes Dent**, v.1, n.2, p.153-8, 1999.

- 55 MANNOCCI, F.; SHERRIFF, M.; WATSON, T.F. Three-point bending test of fiber posts. **J Endod**, v.27, n.12, p.758-61, Dec. 2001.
- 56 McDONALD, A.V.; KING, P.A.; SETCHELL, D.J. An *in vitro* study to compare impact fracture resistance of intact root-treated. **Int.Endod J**, v.23, n.6, p.304-12, Nov. 1990.
- 57 MENDOZA, D.B. et al. Root reinforcement with a resin bonded performed post. **J Prosthet Dent**, v.78, n.1, p.10-4, July. 1997.
- 58 MIRANDA, M.S. et al. Comparação em MEV entre a dentina humana e a dentina bovina. **Pesq Odontol Bras**, v.15, supl., p.80, 2001. (Trabalho apresentado à 18º Reunião Anual da SBPqO - Resumo A081).
- 59 NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J Dent Res**, v.62, n.10, p.1076-81, Oct. 1983.
- 60 NISHIOKA, R.S. et al. Análise com o método dos elementos finitos da simulação de uma carga aplicada em 45º sobre um pino pré-fabricado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 17, 2000, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: SBPqO, 2000. p.17. (Resumo I043).
- 61 OLIVEIRA, L.D. et al., Reincidência de fraturas em dentes permanentes jovens traumatizados. In: XIV JORNADA ODONTOLÓGICA CERVANTES JARDIM, 2001, São José dos Campos. **Anais...** São Paulo: p.56.

- 62 PILO, R.; TAMSE, A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with Gates-Glidden and Parapost drills. **J Prosthet Dent**, v.83, n.6, p.617-23, June. 2000.
- 63 PINELLI, L.A.P., et al. Avaliação da microdureza de resina composta utilizando-se pinos fototransmissores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 17, 2000, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: SBPqO, 2000. p.142. (Resumo B275).
- 64 PLASMANS, P.J.J.M.; WELLE, P.R.; VRIJHOEF, B.S. *In vitro* resistance of composite resin dowel and cores. **J Endod**, v.14, n.6, p.300-4, June 1988.
- 65 QUINTAS, A.F. **Avaliação comparativa *in vitro* da retenção da resina composta para núcleos de preenchimento aos pinos de fibra de carbono, com diferentes tratamentos superficiais.** 1998. 77f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos.
- 66 REEH, E.S.; DOUGLAS, W.H.; MESSER, H.H. Stiffness of endodontically treated teeth related to restoration technique. **J Dent Res**, v.68, n.11, p.1540-4, Nov 1989.
- 67 REEVES, G.W. et al. Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. **Oper Dent**, v.20, n.6, p.230-5, Nov/Dec. 1995.

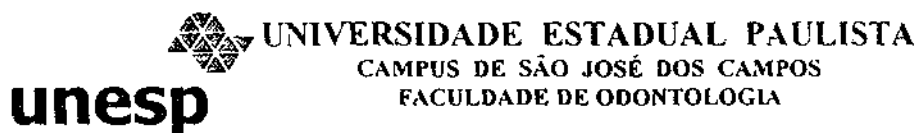
- 68 SAUNDERS, W.P. The shear impact retentive strengths of four dentine bonding agents to human and bovine dentine. **J Dent**, v.16, n.5, p.233-8, Oct. 1988.
- 69 SIDOLI, G.E.; KING, P.A.; SETCHELL, D.J. An *in vitro* evaluation of a carbon fiber based post and core system. **J Prosthet Dent**, v.78, n.1, p.5-9, July 1997.
- 70 SILVA, C.M. et al. Shear bond strength of an adhesive system in human, bovine and swinist teeth. **J Dent Res**, v.75, sp. iss., p.393, 1996.sp iss. (Abstract 3005).
- 71 SIRIMAI, S.; RIIS, D.N.; MORGANO, S.M. An in vitro study of the fracture resistance and incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. **J Prosthet Dent**, v.81, n.3, p.262-9, Mar. 1999.
- 72 SORENSEN, J.A.; CEUVAS, S.; AVERA, S.P. In vitro fracture strength endodontically treated molars. **J Dent Res**, v.70, sp. iss., p.386, 1991.. (Abstract 966).
- 73 SORNKUL. E.; STANNARD, J.G. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. **J Endod**, v.18, n.9, p.440-3, Sept. 1992.
- 74 STRUB, J.R.; PONTIUS, O.; KOUTAYAS, S. Survival rate and fractures strength of incisors restored with different post and core systems after exposure in the artificial mouth. **J Oral Rehabil**, v.28, n.2, p.120-4, Feb. 2001.

- 75 TITLEY, K.C. et al. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. **Arch Oral Biol**, v.43, n.4, p.305-11, Apr. 1998.
- 76 TJAN, A.H.L.; ABBATE, M.F. Temperature rise at root surface during post-space preparation. **J Prosthet Dent**, v.69, n.1, p.41-5, Jan. 1993.
- 77 TRABERT, K.C.; CAPUT, A.A.; ABOU-RASS, M. Toot fracture - A comparison of endodontic and restorative treatments. **J Endod**, v.4, n.11, p.341-5, Nov. 1978.
- 78 TROPE, M.; RAY, M.L. Resistance to fracture of endodontically treated root. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.73, n.1, p.99-102, Jan. 1992.
- 79 TROPE, M. Treatment of the avulsed tooth. **Pediatric Dent.**, v.22, n.2, p.145-7, Mar-Apr 2000.
- 80 YAMAN, P.; THORSTEINSSON, T.S. Effect of core materials on stress distribution of posts. **J Prosthet Dent**, v.68, n.3, p.416-20, Sept. 1992.
- 81 YANG, H. et al. The effects of dowel design and load direction on dowel-and-core restorations. **J Prosthet Dent**, v.85, n.6, p.558-67, June. 2001.

82 YOKOYAMA, C.H. et al. Comparação das tensões em raízes com pinos intra-radicares escalonados variando-se o núcleo e a linha de terminação. **Pesq Odontol Bras**, v.15, supl., p.115, 2001. (Trabalho apresentado à 18^o Reunião Anual da SBPqO - Resumo A356).

83 ZALKIND, M.; HOCHMAN, N. Direct core buildup using a preformed crown and prefabricated zirconium oxide post. **J Prosthet Dent**, v.80, n.6, p.730-2, Dec. 1998.

Anexo A – Certificado do comitê de ética em pesquisa



CERTIFICADO

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº 002/2002-PA/CEP, sobre “Avaliação *in vitro* do aumento de resistência estrutural em dentes permanentes jovens utilizando reforços intra-radiculares”, sob a responsabilidade de Cláudio Antonio Talge Carvalho, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 19 de março de 2002.

Prof. Adj. Paulo Vilela Santos Junior
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa-Local

CARVALHO, C.A.T. *In vitro* evaluation of structural resistance in immature teeth using reinforcements within the root canal. 2002. 125f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade estadual Paulista. São José dos campos.

ABSTRACT

Immature teeth when suffer trauma with consequent necrosis pulpar they stay with its dentinal walls thin and brittle, becoming more susceptible to the second injuries. The purpose of this work is to evaluate through the compression test, the resistance to fracture of teeth bovine brittleness that received reinforcements within the root canal with composite resin or pins of zircônia fiber. It was used 56 bovine teeth, which had its crowns sectioned in the medium third standardizing the size of the specimens in 30mm of length. The teeth were divided in four experimental groups (14 teeth) and, except for the group 04 (negative control), all the root canal was instrumented to #80 and enlarged firstly with drills Gates-Glidden numbers 3, 4, 5 and 6 to 20mm of depth, after, the coronary portion was enlarged with the conical drill number 721 until the cemento-enamel junction facial and, with the conical drill number 716, the brittleness of the dentinal walls of the root canal at 20mm of depth, leaving 2mm of thickness approximately in each wall. After, the specimens of the group 01 received reinforcement within the root canal with composite resin, that was cured by aid of the Luminex system and, after, they were obturated; in the group 02, the specimens were obturated, just leaving the 10mm apical with material, and they received reinforcement within the root canal with zircônia fiber pins cemented with resinous cement; the group 03 (positive control) it didn't received reinforcement within the root canal and it was obturated by the technique of the active lateral condensation; in the group 04 (negative control), the teeth were not brittleness. After, all the specimens were embedded with acrylic resin chemically activated, in metallic blocks, which were adapted to a cylindrical device, so that the specimens were fractured by load in angle of 45°. This device was adapted to a Instron machine, that accomplished the compression test in the lingual surface of the teeth to the fracture. The obtained data (in Kgf) were submitted to the statistical analysis ANOVA, with level of significance of 5%, and to the test of Tukey. The results demonstrated that there was not significant statistical difference among the groups 01 (composite resin) and 02 (zircônia pins), however, these groups presented resistance larger than the group 03 (positive control - without reinforcement) and the group 04 (negative controls - teeth non brittleness) it was the best of all the appraised groups. However, it's necessary the use of within the root canal in teeth with dentinal walls thin and brittle, in order to increase its resistance and to minimize the secondary fractures.

Key-words: Root canal reinforcements; immature teeth; trauma.

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho

São José dos Campos, 10 de Maio de 2002



Claudio Antonio Talge Carvalho