

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES  
DESVITALIZADOS RESTAURADOS  
ATRAVÉS DE RESINA COMPOSTA  
COM OU SEM PINO INTRA-RADICULAR**

*Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba –  
Universidade Estadual de Campinas para obtenção de título de Mestre  
no Curso de Clínica Odontológica – Área de Concentração em Dentística*

**BRUNO CARLINI JÚNIOR  
CIRURGIÃO-DENTISTA**

**Piracicaba - SP  
1999**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES  
DESVITALIZADOS RESTAURADOS  
ATRAVÉS DE RESINA COMPOSTA  
COM OU SEM PINO INTRA-RADICULAR

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba –  
Universidade Estadual de Campinas para obtenção de título de Mestre  
no Curso de Clínica Odontológica – Área de Concentração em Dentística

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

Assinatura do Orientador

BRUNO CARLINI JÚNIOR  
CIRURGIÃO-DENTISTA

PROF. DR. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO – ORIENTADOR

Piracicaba - SP  
1999

|              |  |
|--------------|--|
| UNIDADE      | 73C  |
| N.º CHAMADA: | UNICAMP  |
|              | C399N  |
| V.           | Est.   |
| RENVI        | 80/40251   |
| PREC         | 278/00   |
|              | <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> |
| PREC         | 28.11.00   |
| DATA         | 01/02/00   |
| N.º CPO      |  |

CM-00130639-1

### Ficha Catalográfica

C194r  
 Carlini Júnior, Bruno.  
 Resistência à fratura de dentes desvitalizados restaurados através de resina composta com ou sem pino intra-radicular. / Bruno Carlini Júnior. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1999.  
 185p. : il.

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

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

1. Cavidade dentária - Preparo. 2. Adesivos dentários. 3. Resinas dentárias. 4. Restaurações (Odontologia). I. Paulillo, Luis Alexandre Maffei Sartini. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 28 de Junho de 1999, considerou o candidato BRUNO CARLINI JÚNIOR aprovado.

1. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

2. Prof. Dr. AKIRA ISHIKIRIAMA

3. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO

DEDICATÓRIA

---

## DEDICATÓRIA

A Deus, por colocar em meu caminho  
pessoas especiais;

Ao meu pai, amigo e eterno exemplo, sou  
grato pela minha formação como pessoa, pelo seu amor  
e por continuar a olhar por mim;

À minha mãe, pelo amor, incentivo, apoio  
e compreensão, não medindo esforços para que eu  
pudesse completar essa jornada;

Aos meus irmãos, pelo apoio, carinho e  
incentivo;

À Bruna Luísa, nova integrante da família  
Carlini, que veio dar um sentido ainda mais especial  
à nossa vida;

Aos tios Carlos e Cícera, minha segunda  
família, por me adotarem realmente como um filho;

À Clarissa Knabben, pelo amor, carinho e  
compreensão;

Dedico essa Tese.

## AGRADECIMENTOS

---

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Carlos Roberto Lago, que me acolheu em Passo Fundo e com todo o carinho me ajudou a crescer como pessoa e profissional, incentivando para que eu escolhesse a docência como caminho a seguir;

Ao professor Rui Getúlio Soares, Digníssimo Diretor da Faculdade de Odontologia de Passo Fundo, pela confiança em mim depositada e pela oportunidade de no futuro integrar o corpo docente da disciplina de Dentística;

Ao professor Dr. José Mondelli, exemplo para toda a classe odontológica, por me acolher em sua casa e recomendar-me a este curso de Pós-Graduação, meu respeito e consideração;

À professora Dr<sup>a</sup> Altair Del Bell Cury, pelo exemplo de seriedade na condução do curso de pós-graduação e por nos acolher em Piracicaba, oferecendo-se como curadora;



Ao Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini  
Paulillo, exemplo de conhecimento, honestidade, clareza e  
objetividade, agradeço pela orientação e pelos ensinamentos,  
sempre com grande respeito e dedicação.

Ao amigo Xandão, agradeço os conselhos que  
surpreenderam pelo apoio e compreensão às minhas  
vontades. Por tudo, meu reconhecimento, amizade e estima.

Agradeço aos amigos da Dentística e do curso  
de Clínica Odontológica, em especial Solange, Vicente, Nara,  
Gisele, Roberta e Camila, pelo companheirismo e amizade  
nesse tempo que permanecemos unidos pelo objetivo comum:  
crescermos como pessoas e profissionais.

Aos amigos veteranos da Dentística, em  
especial à Paulinha e ao Rodrigo.

Aos professores da área de Dentística, Xandão,  
Mônica, Beto, Lova, Marcelo, Luis André e Gisele, pela  
amizade, ensinamentos e estímulo para minha formação  
profissional.

À FAPESP, pelo apoio financeiro, fundamental  
para a realização do nosso trabalho;

Agradeço de forma especial a todos que ajudaram a coletar os incisivos centrais superiores, maior obstáculo para a realização desta Tese, em especial à contribuição de Fabiana Vieira Vier, Nara P.D. Cordeiro, Júlio César Joly e do primo Júlio Zanin Fracasso.

Agradeço aos meus amigos José Rodrigues Laureano, Robson Rodrigues Garcia e Paulo Sérgio Nadin, companheiros de moradia nestes dois anos, pelos conselhos, conversas, grande amizade e respeito mútuo. Em especial agradeço a Paulo, pela amizade construída desde a graduação, o que nos tornou quase irmãos.

Ao professor Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias, pelo suporte estatístico, que muito contribuiu para a credibilidade deste trabalho.

À banca de qualificação, composta pelos professores Dres. Luis Roberto Marcondes Martins, José Roberto Lovadino e Francisco José de Souza Filho , pelas sugestões e detalhes que enriqueceram a dissertação.

Agradeço, ainda, a Carlos André Carlini pela correção do texto.

EPÍGRAFE

---

Depois de marchar por sete dias através das matas, quem vai a cidade de Teclas não percebe que lá chegou. As finas andas que se perdem acima das nuvens sustentam a cidade. Sobe-se por escadas. Os habitantes raramente são vistos em terra: têm todo o necessário lá em cima e preferem não descer. Nenhuma parte da cidade toca o solo exceto as longas pernas de flamingo nas quais se apóia, e, nos dias luminosos, uma sombra diáfana e angulosa que se reflete na folhagem.

Há três hipóteses a respeito dos habitantes de Teclas: que odeiam a terra; que a respeitam a ponto de evitar qualquer contato; que a amam da forma que era antes de existirem e com binóculos e telescópios apontados para baixo não se cansam de examiná-la, folha por folha, pedra por pedra, formiga por formiga, contemplando fascinados a própria ausência.

“As cidades invisíveis”

Ítalo Calvino

## SUMÁRIO

---

# SUMÁRIO

|   | pg. |
|---|-----|
| Listas .....  | 07  |
| Resumo.....   | 11  |
| Abstract.....   | 15  |
| 1. Introdução.....  | 21  |
| 2. Revisão de Literatura .....  | 71  |
| 3. Proposição .....   | 73  |
| 4. Material e Método .....  | 75  |
| 4.1 Material.....   | 76  |
| 4.2 Método.....   | 76  |
| 4.2.1. Delineamento Experimental .....                                | 76  |
| 4.2.2. Seleção, limpeza e armazenamento dos dentes .....              | 76  |
| 4.2.3. Obtenção das dimensões dos dentes .....                        | 77  |
| 4.2.4. Grupos experimentais.....                                      | 81  |
| 4.2.5. Distribuição aleatória e sorteio dos dentes em grupos.....     | 82  |
| 4.2.6. Tratamento endodôntico.....                                    | 83  |
| 4.2.7. Embutimento dos dentes .....                                   | 85  |
| 4.2.8.1. Cobertura das raízes com cera.....                           | 85  |
| 4.2.8.2. Inclusão dos dentes .....                                    | 87  |
| 4.2.8.3. Fixação dos dentes e obtenção do ligamento periodontal ..... | 95  |
| 4.2.9. Preparo cavitário .....  | 99  |
| 4.2.10. Procedimento restaurador .....                                | 103 |
| 4.2.11. Procedimento de acabamento e polimento .....                  | 115 |
| 4.2.12. Confeção dos nichos palatinos.....                            | 115 |
| 4.2.13. Ensaio de resistência à fratura .....                         | 117 |
| 4.2.14. Análise do padrão de fratura.....                             | 121 |
| 4.2.15. Delineamento estatístico.....                                 | 125 |
| 5. Resultados .....   | 127 |
| 6. Discussão.....   | 139 |
| 7. Conclusões .....   | 153 |
| 8. Referências Bibliográficas .....                                   | 157 |
| Anexos .....  | 167 |

LISTAS

---

# LISTAS

## 1. TABELAS

página

|  |     |
|--|-----|
| 4.1 – Delineamento estatístico para a resistência à fratura dos dentes com uma ou duas cristas marginais removidas, tratados endodonticamente e restaurados com resina composta, com ou sem pinos intra-radiculares..... | 125 |
| 5.1 – Análise de variância para a variável resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.....  | 129 |
| 5.2 – Comparação das médias através do teste Duncan, para a variável resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente .....   | 130 |
| 5.3 – Resultados do teste F de Snedecor para as comparações por contraste, relacionado à variável resposta – resistência à fratura.....  | 132 |
| 5.4 – Correlação para as variáveis diâmetro e resistência pelo coeficiente de correlação de Pearson .....  | 133 |
| 5.5 – Correlação para as variáveis comprimento e resistência pelo coeficiente de correlação de Pearson.....  | 133 |
| 5.6 – Análise de variância para o fator diâmetro vestibulo lingual do dente.....   | 134 |
| 5.7 – Teste de comparação de médias através do teste de Duncan, para o fator comprimento do dente.....   | 134 |
| 5.8 – Análise de variância para a variável comprimento do dente.....   | 135 |
| 5.9 - Teste de comparação de médias através do teste Duncan, para o fator comprimento do dente.....  | 135 |
| 5.10 - Porcentagem de tipo de fratura para os diferentes tratamentos restauradores.....  | 136 |
| 8.1 – Ocorrência de tipo de fratura por grupo experimental.....  | 185 |
| 8.2 - Ocorrência de tipo de fratura para diferentes tratamentos restauradores.....   | 185 |

## 2. QUADROS

página

|   |     |
|---|-----|
| 4.1– Materiais utilizados no ensaio de resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.....   | 75  |
| 8.1 – Quadro das dimensões dos dentes, diâmetros vestibulo-linguais (VL) e médio distais (MD), respectivos aos terços cervical (VL1 e VL2), médio (VL2 e MD2), e apical (VL3 e MD3); comprimento total do dente (CT), comprimento da coroa (CC) e comprimento da raiz (CR)..... | 169 |
| 8.2 – Distribuição dos dentes em grupos experimentais e controle.....   | 175 |
| 8.3 - Tratamentos restauradores para cada grupo experimental.....   | 175 |
| 8.4 - Divisão aleatória em blocos, determinando a ordem de confecção das restaurações.....  | 176 |
| 8.5 - Tabulação dos valores de resistência à fratura, por grupo experimental, e das observações relativas ao padrão de fratura após o teste de compressão.....  | 179 |



### 3. FIGURAS

página

|   |     |
|---|-----|
| 4.1 - a) numeração dos dentes e marcas realizadas na superfície radicular com caneta de retroprojeto  | 79  |
| 4.1 - b) obtenção das medidas comprimento coronário, comprimento radicular e comprimento total do dente, bem como dos respectivos diâmetros radiculares mesio-distais e vestibulo-linguais, através de paquímetro digital | 79  |
| 4.2 - a) desgaste da parede palatina, para cimentação dos pinos pré-fabricados paralelos ao longo eixo do canal radicular   | 85  |
| 4.2 - b) vista incisal do desgaste (seta)   | 85  |
| 4.3 - a) termoplastificadora de godiva, utilizada para manter a temperatura da cera constante   | 89  |
| 4.3 - b) para a apreensão dos dentes, um fórceps 151 foi imerso diversas vezes em cera aquecida para formar um volume deste material, onde o dente era fixado   | 89  |
| 4.3 - c) após a imersão, o dente sendo destacado da cera com uma espátula metálica  | 89  |
| 4.3 - d) dentes cujas raízes receberam camada uniforme de cera 7  | 89  |
| 4.4 - a) dente fixado ao delineador para que a platina fosse ajustada perpendicularmente ao seu longo eixo, com auxílio de um esquadro (seta)   | 93  |
| 4.4 - b) película radiográfica com perfuração central   | 93  |
| 4.4 - c) película radiográfica (seta) posicionada sobre uma base metálica com perfuração central, onde o dente era posicionado e fixado através de cera pegajosa  | 93  |
| 4.4 - d) dente fixado à película radiográfica (seta), dois milímetros abaixo do limite amelo-cementário   | 93  |
| 4.4 - e) conjunto dente-película posicionados sobre uma mesa perfurada com o ápice para cima  | 93  |
| 4.4 - f) cilindros de PVC posicionados concentricamente em relação à raiz dos dentes  | 93  |
| 4.5 - a) dentes posicionados sobre os blocos de resina após a remoção da cera   | 97  |
| 4.5 - b) adesivo de poliuretano para obtenção do ligamento periodontal artificial   | 97  |
| 4.5 - c) dentes fixados em placa de cera utilidade para aplicação do "primer" PU-520  | 97  |
| 4.5 - d) aplicação do "primer" PU-530   | 97  |
| 4.5 - e) aplicação do adesivo PU-501 e posicionamento dos dentes nos alvéolos artificiais   | 97  |
| 4.5 - f) removido o excesso do adesivo de poliuretano, aspecto final dos dentes incluídos em resina poliestirênica  | 97  |
| 4.6 - a) linhas de orientação para auxiliar na realização do preparo cavitário  | 101 |
| 4.6 - b) linhas de orientação para auxiliar na realização do preparo cavitário  | 101 |
| 4.6 - c) canaletas de orientação confeccionadas através de ponta diamantada   | 101 |
| 4.6 - d) canaletas de orientação confeccionadas através de ponta diamantada   | 101 |
| 4.6 - e) aferição da espessura do remanescente dental após o preparo cavitário, através de paquímetro digital   | 101 |
| 4.6 - f) preparo cavitário finalizado em um dente com duas cristas marginais removidas, vista da face palatina  | 101 |
| 4.6 - g) preparo finalizado, vista da face mesial   | 101 |
| 4.6 - h) preparo cavitário em um dente com uma das cristas marginais removidas  | 101 |
| 4.7 - a) desobturação do canal radicular  | 105 |
| 4.7 - b) preparo do canal radicular com broca do sistema Flexy-post   | 105 |
| 4.7 - c) prova do pino e confecção das roscas no canal radicular  | 105 |
| 4.7 - d) condicionamento ácido total do canal radicular   | 105 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 4.8 - a)  | remoção do excesso de umidade do canal radicular através de cone de papel absorvente...  | 109 |
| 4.8 - b)  | cimentação do pino metálico Flexy-post através de chave de inserção (seta).....  | 109 |
| 4.8 - c)  | fotopolimerização do cimento com a chave em posição.....   | 109 |
| 4.8 - d)  | visão da face proximal, após a secção do pino, que seguiu a inclinação da face palatina do dente.....  | 109 |
| 4.9 - a)  | desobturação do canal radicular com broca Gates Glidden.....   | 113 |
| 4.9 - b)  | alargamento do canal com broca de Peezo que acompanha o sistema C-post.....  | 113 |
| 4.9 - c)  | preparo do canal com a segunda broca do sistema.....   | 113 |
| 4.9 - d)  | prova do pino de carbono e marca (seta) para realização da secção do pino.....   | 113 |
| 4.9 - e)  | Segunda prova do pino para conferir a altura do corte.....   | 113 |
| 4.9 - f)  | pino de carbono cimentado através de agente de fixação resinoso.....   | 113 |
| 4.10 - a) | visualização da restauração concluída e polida, face palatina.....   | 115 |
| 4.10 - b) | dente após polimento, face vestibular.....   | 115 |
| 4.11 -    | Visualização do nicho palatino (seta), confeccionado para localizar a ponteira metálica da Máquina Universal de Ensaios.....   | 117 |
| 4.12 - a) | visualização do aparato utilizado para a fixação e posicionamento dos corpos de prova submetidos ao teste de resistência à fratura, numa Máquina Universal de Ensaios.....   | 121 |
| 4.12 - b) | dupla exposição fotográfica demonstrando a movimentação permitida pelo ligamento periodontal artificial.....   | 121 |
| 4.12 - c) | dupla exposição fotográfica realizada no momento em que o dente sofreu fratura coronária e radicular.....  | 121 |
| 4.13 - a) | dente fraturado após o teste de resistência à fratura.....   | 123 |
| 4.13 - b) | dente sendo removido do alvéolo artificial através de um fórceps.....  | 123 |
| 4.13 - c) | visualização de uma fratura longitudinal (setas).....  | 123 |
| 5.1 -     | Gráfico Box-plot, onde se observa a média dos valores, mediana e amplitude interquartária (faixa de concentração de 50% dos valores da variável resposta – Resistência à fratura) para os grupos experimentais.....  | 131 |
| 5.2 -     | Distribuição normal de variável resposta, em quatro representações gráficas: distribuição de frequência (histograma), curva normal, gráfico de pontos e gráfico Box-Plot.....  | 131 |
| 5.3 -     | Gráfico demonstrando a porcentagem (%) dos quatro diferentes padrões de fratura, em função do tipo de tratamento, onde: R.C. representa os grupos restaurados com resina composta; P.M., grupos restaurados com pino metálico mais resina; P.C., grupos restaurados com pino de carbono mais resina; e Ínteg., para grupos com cristas marginais íntegras. A sigla Tc significa fratura transversal no terço cervical da raiz; Tm, fratura transversal no terço médio; Ta, fratura transversal no terço apical; e L, fratura longitudinal..... | 137 |
| 8.1 -     | Esquema representativo da divisão dos dentes em conjuntos e sorteio para distribuição em grupos experimentais e grupo controle.....  | 173 |
| 8.2 -     | Representação esquemática dos tipos de fratura para classificação e avaliação.....   | 183 |

#### 4. ABREVIATURAS E SIGLAS

**cm** ..... Centímetro  
**cm/min** ..... Centímetro por minuto  
**DMS** ..... Diferença mínima significativa  
**DP** ..... Desvio padrão  
**et al.** ..... E outros (*et alli*)  
**G** ..... Grupo  
**GL** ..... Grau de liberdade  
**KgF** ..... Quilograma força  
**lb/mm<sup>2</sup>** ..... Libra por milímetro quadrado  
**m** ..... Médio  
**mm** ..... Milímetro  
**mm/min** ..... Milímetros por minuto  
**MO** ..... Mésio-oclusal

**MD** ..... Mésio-distal  
**MOD** ..... Mésio-ocluso-distal  
**MW/cm<sup>2</sup>** ..... Mili Watts por centímetro quadrado  
**N** ..... Newton  
**PU** ..... Poliuretano  
**T** ..... Transversal  
**VL** ..... Vestíbulo-lingual  
**°** ..... Grau  
**°C** ..... Grau Celsius  
**%** ..... Porcentagem  
**α** ..... Nível de probabilidade  
**μm** ..... Micrômetro

RESUMO

---

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de pinos intra-radulares pré-fabricados sobre a resistência de dentes anteriores tratados endodonticamente, debilitados e restaurados com resina composta, bem como estudar o padrão de fratura. Para isto, oitenta incisivos centrais superiores foram divididos em oito grupos experimentais – dentes com duas cristas marginais removidas: restaurados com compósito odontológico (G1), pino pré-fabricado metálico e compósito (G2) e pino de carbono e compósito (G3); dentes com uma das cristas marginais removidas: restaurados com compósito odontológico (G4), pino metálico mais compósito (G5) e pino de carbono mais compósito (G6); dentes somente com acesso endodôntico restaurados com compósito odontológico (G7); e dentes íntegros como controle (G8). Após a inclusão, dez espécimes de cada grupo foram submetidos ao carregamento tangencial de compressão numa Máquina Universal de Ensaio na velocidade de 0,5mm/min, sob o ângulo de 135°. As médias dos valores de resistência à fratura expressos em Kgf foram: G8 = 101,80 ( $\pm$  27,81); G1 = 99,09 ( $\pm$  18,57); G7 = 96,33 ( $\pm$  27,03); G5 = 93,76 ( $\pm$  6,19); G3 = 91,88 ( $\pm$  15,98); G4 = 83,50 ( $\pm$  26,76); G2 = 80,45 ( $\pm$  15,89). A análise estatística não demonstrou diferença significativa entre os grupos (ANOVA/Duncan;  $\alpha$  = 0,05). Deste modo, conclui-se que: pinos intra-radulares não reforçaram dentes anteriores tratados endodonticamente; o fator crista marginal não influenciou na resistência à fratura de dentes anteriores restaurados com resina composta. A avaliação do padrão de fratura demonstrou forte correlação entre presença de pinos intra-radulares – de carbono ou metálicos – e fraturas radulares longitudinais ( $\chi^2/\phi$  = 0,66;  $p$  < 0,01).

### Palavras chave:

Pinos pré-fabricados, dentes tratados endodonticamente, adesivos dentinários, resina composta, resistência à fratura.

## ABSTRACT

---

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of intra-radicular prefabricated posts on the resistance of endodontically treated weakened teeth, restored with composite resin, as well as to study the fracture pattern. Eighty upper central incisors were divided into eight experimental groups – teeth with two marginal bridges removed: restored by composite resin (G1), metallic prefabricated post plus resin (G2) and carbon fiber post plus resin (G3); teeth with one of the marginal bridges removed: restored by composite resin (G4), metallic post plus resin (G5) and carbon fiber post plus resin (G6); teeth only with endodontic access and restored by composite resin (G7); and sound teeth as control (G8). After the inclusion, ten specimens of each group were submitted to the compressive force in an Universal Testing Machine under 0,5mm/min of velocity and an angle of 135 degrees. The averages of the resistance values expressed in Kgf were: G8 = 101,80 ( $\pm$  27,81); G1 = 99,09 ( $\pm$  18,57); G7 = 96,33 ( $\pm$  27,03); G5 = 93,76 ( $\pm$  6,19); G3 = 91,88 ( $\pm$  15,98); G4 = 83,50 ( $\pm$  26,76); G2 = 80,45 ( $\pm$  15,89). The statistical analysis didn't demonstrate significant difference among the groups (ANOVA/Duncan;  $\alpha$  = 0,05). This results permitted the following conclusions: intra-radicular posts were not able to reinforce endodontically treated teeth; the variable marginal bridge didn't show influence in the fracture resistance of teeth restored with composed resin. The evaluation of the fracture pattern demonstrated strong correlation among presence of intra-radicular posts – metallic or carbon fiber – and radicular longitudinal fractures ( $\chi^2 / \phi$  = 0,66;  $p$  < 0,01).

### Key Words:

Pre-fabricated posts, endodontically treated teeth, dentinal adhesives, composite resin, fracture strength

## INTRODUÇÃO

---



# 1 INTRODUÇÃO

A restauração é o passo final para o sucesso da terapia endodôntica<sup>10</sup>, porém de difícil solução, pois dentes despolpados encontram-se geralmente debilitados, com grande perda de estrutura coronária devido a cáries, fraturas ou substituição de restaurações<sup>4,36</sup>.

Por muito tempo acreditou-se que o tratamento endodôntico fragilizava o dente pela perda de conteúdo líquido dos canalículos dentinários, tornando a dentina ressecada e friável<sup>47</sup>. Sabe-se que não há diferença significativa entre dentes vitais e não vitais quanto às propriedades mecânicas<sup>17,22,29,49</sup>. Também parece não haver alteração na estrutura e disposição da malha de fibras colágenas após a remoção da polpa<sup>46</sup>.

Tradicionalmente, a maioria dos dentes tratados endodonticamente tem sido reconstruída por meio de núcleos metálicos fundidos ou pinos pré-fabricados, com o objetivo de reforçar o remanescente dental e promover retenção para o procedimento restaurador<sup>4,36,47,52,55,58</sup>. Porém, tem sido questionada a capacidade desses pinos em fortalecer a raiz dental para restaurações diretas e indiretas<sup>4,19,24,31,59</sup>. Pelo contrário, os meios auxiliares de retenção podem enfraquecer a raiz através da remoção de dentina durante o preparo do canal radicular<sup>19,59</sup>.

Outra maneira de se realizar o tratamento restaurador definitivo em dentes despolpados é através de pinos intra-radiculares pré-fabricados e restauração direta<sup>58</sup>. Esta conduta clínica proporciona um menor tempo operatório e, pelo fato de eliminar a fase laboratorial, uma redução de custos<sup>2,10,28,57,58</sup>.

Existe no mercado uma grande variedade de pinos metálicos pré-fabricados, tornando sua seleção uma tarefa difícil para o clínico<sup>10</sup>. Os pinos cônicos são menos retentivos que os paralelos e mostram maior incidência de falhas devido à concentração de tensões sobre as paredes do canal radicular<sup>41</sup>. Por este motivo, a sua utilização deve ser evitada. Entre os pinos paralelos, os providos de roscas ou ranhuras são mais retentivos que os lisos<sup>53</sup>, embora induzam tensões na raiz durante sua cimentação<sup>48</sup>. Contudo, a retenção depende também do comprimento e do diâmetro<sup>54</sup>. Esses pinos são constituídos de ligas de níquel-cromo ou de titânio, que possuem alta rigidez estrutural. Todavia, quanto mais rígido o pino, menor sua deformação e, conseqüentemente, maior a quantidade de tensões transferidas à raiz<sup>28</sup>.

Uma alternativa aos pinos metálicos, altamente rígidos, é o pino constituído de fibras de carbono unidas por uma matriz epóxica<sup>28</sup>. Esses pinos são altamente resistentes à fadiga e possuem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina<sup>25,28</sup>. Somado a isto, quando cimentados no canal radicular e submetidos a teste destrutivo, a localização da fratura é mais favorável<sup>25,28,50</sup>.

Com o desenvolvimento dos adesivos dentinários e compósitos odontológicos, surgiu ainda a alternativa de se restaurar os dentes despolpados sem a necessidade de utilizar pinos intra-radiculares<sup>19,24,31,59</sup>, havendo a possibilidade da resina reforçar as estruturas dentais fragilizadas<sup>30</sup> pela sua união micromecânica às paredes cavitárias<sup>7,20,38</sup>. Além disso, a estética pode ser favorecida pela ausência dos pinos na porção coronária, principalmente em dentes anteriores<sup>10,11,57</sup>.

Desta maneira, a indicação de pinos pré-fabricados pode não ser justificável, frente à evolução dos sistemas adesivos e compósitos odontológicos, permitindo que métodos menos invasivos sejam utilizados nas situações em que o remanescente coronário oferece suficiente retenção para o material restaurador.

REVISÃO DA LITERATURA

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### ***2.1 Propriedades dos dentes tratados endodonticamente:***

A terapia endodôntica está preservando estruturas dentais fragilizadas que exigem do dentista grande discernimento no planejamento restaurador, a fim de recuperar sua função, anatomia e estética. Diante disso, ROSEN<sup>47</sup>, em 1960, preocupou-se em estabelecer diretrizes para a correta reconstrução desses elementos fragilizados. Através de uma revisão de literatura, o autor alerta para a perda de umidade decorrente do tratamento endodôntico, que torna a dentina friável e inelástica. Além disso, considera a facilidade com que esses dentes desenvolvem lesões periapicais. Recomenda procedimentos que reforcem o dente e, para isso, indica a confecção de núcleos metálicos fundidos e coroa protética abraçando o término cervical, prevenindo ocorrência de fraturas sob cargas mastigatórias e aumentando sua longevidade.

A afirmativa de que o tratamento endodôntico torna a dentina friável não era fundamentada em pesquisas laboratoriais, mas em observações clínicas, devido à alta incidência de fraturas desses dentes. A falta de informações consistentes levou vários autores a pesquisarem as propriedades mecânicas dos dentes despulpados. Com o objetivo de determinarem a influência da remoção da polpa na dureza dentinária,

FUSAYAMA & MAEDA<sup>17</sup>, em 1969, selecionaram 18 pares de dentes de cães, que sofreram cortes nas porções cervical e coronária. As amostras de dentina foram submetidas ao teste de microdureza Knoop, que demonstrou menor dureza na dentina de dentes jovens, junto à câmara pulpar ou junto ao canal radicular. Este resultado sugere que a interrupção de maturação do colágeno resultou numa camada de dentina mais fina e de menor resistência, se comparada aos dentes vitais. Entretanto, nas demais regiões os valores foram similares. Nos dentes com idade superior, não foi detectada diferença estatisticamente significativa na microdureza Knoop entre dentes vitais e não vitais. Os autores concluem que a dureza dentinária não diminui significativamente em dentes despolpados.

Acreditando que os dentes tratados endodonticamente são estruturas fragilizadas e que as restaurações devem proteger o remanescente dental, TIDMARSH<sup>55</sup>, em 1976, fez considerações biomecânicas e clínicas sobre dentes tratados endodonticamente e suas respectivas restaurações. Descreveu, em sua revisão de literatura, que o dente hígido é considerado uma estrutura laminar que sofre deformações sob cargas mastigatórias, seguidas de completa recuperação elástica. Porém, pode sofrer deformação plástica permanente sob cargas mastigatórias mais pesadas, passando a se comportar como uma estrutura pré-tensionada e, por isso, capaz de resistir a cargas de alta intensidade em várias direções, sem fraturar. Este estado ou fenômeno pode ser destruído pela remoção de estrutura dental, ou seja, há

uma direta correlação entre a quantidade de estrutura dental remanescente e a capacidade do dente em resistir a cargas mastigatórias. Sobre esta teoria, o autor conclui que o dente tratado endodonticamente é mais frágil por perder este estado pré-tensionado. Uma outra razão deste enfraquecimento seria pela diminuição do conteúdo líquido do dente desvitalizado em 9% em relação a um dente vital. Somado a isso, a idade do dente e a quantidade de dentina peritubular depositada junto aos túbulos dentinários diminuem o espaço para o material orgânico e, conseqüentemente, o conteúdo líquido do dente, tornando-o mais susceptível à fratura pela diminuição da sua flexibilidade. Deste modo, para dentes com mínima perda de estrutura, o autor recomenda a utilização do amálgama de prata. Em casos onde houver maior perda de tecido, recobrimento de cúspides ou próteses unitárias, a fim de diminuir a deformação dessas estruturas sob carga mastigatória.

LEWINSTEIN & GRAJOWER<sup>29</sup>, em 1981, investigaram a influência da mudança de umidade na dureza da dentina como resultado do tratamento endodôntico. Para tanto, selecionaram 60 dentes vitais e 32 dentes tratados endodonticamente, recém extraídos, que foram seccionados longitudinalmente. Seis medidas foram feitas em cada espécime para determinar a dureza Vicker's da dentina. Os resultados não demonstraram significativa variação no grau de dureza da dentina, mesmo dez anos após o tratamento endodôntico ter sido realizado. No entanto, os autores recomendam cautela na afirmação de que as propriedades mecânicas dos dentes não se alteram com

o tratamento endodôntico. Além disso, sugerem que a medida de dureza não detecta microtrincas, que poderiam iniciar a fratura radicular. Salientam a importância da mínima remoção de dentina durante o preparo do canal.

A fim de detectar as mudanças estruturais das fibras colágenas decorrentes do tratamento endodôntico, RIVERA & YAMAUCHI<sup>46</sup>, em 1990, compararam o entrelaçamento da malha de colágeno em dentes normais e tratados endodonticamente. Para realizar o experimento, utilizaram 24 dentes tratados endodonticamente e 13 dentes vitais, recém extraídos, com idades variando entre 13 e 76 anos. Os autores concluíram que o conteúdo de colágeno maduro e imaturo decresce com a idade. Além disso, perceberam que é menor sua quantidade nos dentes posteriores. Por fim, não detectaram diferenças na estrutura da malha colágena entre dentes vitais e não vitais.

HUANG, SCHILDER & NATHANSON<sup>22</sup>, em 1992, estudaram as diferenças nas propriedades mecânicas da dentina humana de dentes tratados endodonticamente e vitais. Obtiveram 262 espécimes de dentina, sendo 54 de dentes vitais e 24 de tratados endodonticamente, todos recém extraídos. Foram conduzidos testes de compressão, tração e impacto para medir as propriedades mecânicas dessas espécimes. As medidas de energia absorvida durante impacto não foram diferentes em espécimes ressecados. A força compressiva e de tração dos dentes parecem não diferir dos dentes vitais, porém o módulo de Young e o limite de proporcionalidade parecem



diminuir em testes de compressão. Os resultados deste estudo não suportam a teoria de que a desidratação após o tratamento endodôntico enfraquece a dentina. Os autores explicam que outras propriedades mecânicas devem ser estudadas a fim de confirmar ou descartar a impressão clínica de que dentes tratados endodonticamente são frágeis.

Através de revisão de literatura, GUTMANN<sup>18</sup>, em 1992, fez várias considerações sobre as propriedades dos dentes despulpados e sobre os procedimentos restauradores. Explica que há dois compartimentos de água na dentina, um fora da matriz calcificada e um contido na matriz calcificada. Nesse último compartimento, a água está presente de duas maneiras: como água fortemente unida – que compõe a hidroxiapatita e é removida em temperaturas próximas a 600°C – e a fracamente unida ou livre - que hidrata os íons orgânicos e é responsável pelos seus movimentos e trocas com o meio. Esta última pode ser removida a temperaturas em torno de 100°C. O autor alerta para a diminuição de conteúdo líquido dos dentes vitalizados com a idade, em face do aumento da porção inorgânica da dentina, diminuindo os espaços entre os túbulos dentinários. Considera a dentina dos dentes despulpados menos resistente e menos flexível e, por isso, não indica a utilização de pinos quando não houver necessidade de retenção, uma vez que o preparo do canal radicular desgasta e debilita o remanescente, tornando-o menos resistente.

SEDGLEY & MESSER<sup>49</sup>, em 1992, compararam as propriedades biomecânicas entre 23 dentes tratados endodonticamente e seus homólogos vitais.

Foram estudadas a resistência a tração, módulo de elasticidade, dureza e resistência à fratura. Os resultados mostraram que os dentes vitais são 3,5% mais resistentes que os não vitais, porém não diferiram estatisticamente. As similaridades entre as propriedades biomecânicas entre dentes vitais e não vitais indicam que o tratamento endodôntico não torna o dente mais frágil. Outros fatores podem ser mais críticos que o tratamento endodôntico, como perda de estrutura dental por cárie, acesso endodôntico, sobreinstrumentação endodôntica, traumas e preparos cavitários.

PAPA, CAIN & MESSER<sup>40</sup>, em 1994, compararam a perda de conteúdo líquido de 23 pares de pré-molares homólogos, polpados e despolpados, extraídos por indicação ortodôntica. Os dentes foram limpos e o grupo dos dentes não tratados endodonticamente tiveram a polpa removida imediatamente após a extração. Em seguida, os dentes foram armazenados em embalagens vedadas a 105°C para que a água livre pudesse ser liberada. As amostras eram pesadas em balança de precisão antes e após a perda da umidade. Os resultados demonstraram não haver diferença na perda de conteúdo líquido entre dentes polpados e despolpados homólogos, não concordando com a teoria da desidratação após tratamento endodôntico e sugerindo reconsideração sobre a afirmativa de que esses dentes são friáveis.

## **2.2 Ligamento Periodontal:**

Em 1937, COODLIDGE<sup>13</sup> avaliou a espessura da membrana periodontal e suas variações entre 172 dentes humanos. Avaliou também as diferenças dessa medida em um mesmo dente, observando que a média da espessura da membrana periodontal de um dente unirradicular era em torno de 0,26 mm. A média dessa espessura na crista alveolar foi em torno de 0,39 mm, 0,17 mm no centro da raiz e 0,21 mm próximo ao seu ápice. O autor observou que essa espessura variava com a faixa etária, diminuindo com o avanço da idade. Também notou diminuição na espessura em dentes com função oclusal pesada.

## **2.3 Resistência à fratura de dentes tratados**

### ***endodonticamente:***

O propósito do estudo de TRABERT, CAPUT & ABOU-RASS<sup>58</sup>, em 1978, foi determinar a resistência à fratura, sob força de impacto, de incisivos centrais superiores restaurados com compósito odontológico com ou sem pino intra-radicular. Foram correlacionados os efeitos do preparo endodôntico, diâmetro do pino e variações nas dimensões dos dentes com os valores de resistência. Além disso, estudaram o padrão de fratura dos dentes. Neste experimento, as amostras foram divididas em três grupos: o grupo controle, que não recebeu tratamento; o grupo 2, que recebeu somente tratamento endodôntico, e o grupo 3, que após o tratamento endodôntico recebeu pino intra-radicular paralelo metálico. Todos os dentes foram restaurados com resina composta. Cada grupo foi dividido em três subgrupos com dentes cujos comprimentos variavam em 11, 13 e 15 mm  $\pm$  0,95 mm e pinos que variavam entre 1,2 e 1,7 mm de diâmetro. Um mínimo de 9 dentes foram testados em cada subgrupo. Os dentes foram incluídos em blocos de acrílico através de adesivo a base de silicone, que simulava o ligamento periodontal. A carga de impacto incidiu na face vestibular do dente, num ângulo de 90° em relação ao seu longo eixo. Observaram que não houve significativa diferença na resistência à fratura entre dentes íntegros e dentes tratados endodonticamente restaurados somente com resina

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

Em 1979, GUZY & NICHOLLS<sup>19</sup> realizaram um trabalho para avaliar a influência de pinos intra-radulares na resistência à fratura de dentes com acesso endodôntico conservativo. Foram selecionados 59 dentes, divididos em dois grupos: o dos caninos inferiores e o grupo dos incisivos centrais superiores, sorteados conforme suas dimensões. Nos dentes que não receberam pinos, a guta-percha foi removida a 1 mm do limite amelo-cementário e as cavidades restauradas com cimento de silicato. Os dentes que receberam pinos tiveram a guta-percha removida entre 7 e 8 mm do ápice, mantendo 5 mm de obturação apical. Os pinos, cônicos e rosqueados, foram fixados com cimento de fosfato de zinco e cortados 1 mm abaixo da superfície palatina. Para os dentes serem incluídos em cilindros metálicos, foi aplicado sobre a raiz o material de impressão Elasticon (Kerr), formando um ligamento periodontal artificial. Entretanto, para melhorar a retenção do dente ao alvéolo artificial, realizaram uma pequena cavidade no terço apical da raiz. Uma Máquina Universal de Ensaíos da Instron foi utilizada para aplicar uma carga axial de compressão a 5 cm

por minuto, pela face palatina, em um ponto a 7 mm do bloco de acrílico. O registro das linhas de fratura foi realizado através de um microscópio ótico com um aumento de 25 vezes. Os resultados demonstraram não haver diferença na resistência à fratura de dentes com ou sem pinos intra-radiculares, sejam eles incisivos centrais ou caninos inferiores. Contudo, evidenciou-se que nos dentes com pinos a fratura ocorreu através do corpo do pino intra-radicular.

MONDELLI, STEAGALL, ISHIKIRIAMA, NAVARRO & SOARES<sup>34</sup>, em 1980, estudaram a resistência à fratura de pré-molares, onde variavam a amplitude vestibulo lingual de 3 tipos de preparos: oclusais, próximo oclusais com duas faces e preparos MOD. Para realizar a pesquisa, utilizaram 100 pré-molares recém extraídos de pacientes com idade entre 20 e 25 anos. Foram divididos 30 dentes para cada tipo de cavidade, onde 3 diferentes diâmetros de preparo eram confeccionados para cada grupo de 10 dentes. O grupo controle foi composto por 10 dentes hígidos. Após a divisão e realização dos preparos, foram incluídos em blocos de resina e submetidos a fratura, sob carregamento de compressão, a uma velocidade de 0,5 mm por minuto. Uma esfera com 4 mm de diâmetro contactava ambas as cúspides dos pré-molares, simulando uma carga oclusal. Concluíram que todas as cavidades são capazes de diminuir a resistência dos dentes e que a amplitude da cavidade está diretamente relacionada à resistência à fratura do remanescente dental.

A influência do pino intra-radicular na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente foi pesquisada por TROPE, MALTZ & TRONSTAD<sup>59</sup>, em 1985. Os autores utilizaram 64 incisivos centrais superiores, que foram tratados endodonticamente e divididos em oito grupos para receberem os seguintes tratamentos: G1) restauração do acesso endodôntico com compósito Concise (3M); G2) condicionamento ácido e restauração do acesso; G3) desobturação de 10 mm de guta percha, condicionamento ácido total e restauração do canal e acesso endodôntico com compósito; G4) desobturação e preparo do canal com brocas do sistema Parapost, condicionamento ácido do acesso e restauração com resina composta, mantendo o canal radicular vazio; G5) mesmo procedimento do grupo anterior, com a diferença de que o canal foi preenchido com resina sem condicionamento ácido prévio; G6) preparo do canal e cimentação do pino Parapost através do cimento de fosfato de zinco e o acesso restaurado com resina composta; G7) o canal foi preparado da mesma maneira descrita anteriormente, porém foi realizado condicionamento ácido e preenchimento total do canal com resina; G8) após o preparo do canal e condicionamento ácido, o pino foi cimentado com resina composta. Os dentes foram incluídos ao nível do limite amelo-cementário e submetidos ao carregamento tangencial de compressão, num ângulo de 50°. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa entre os tratamentos onde não foi realizado o preparo do canal radicular. Os dentes com preparos dos canais, que permaneceram

vazios, mostraram resultados inferiores aos demais. Grupos restaurados através de pinos apresentaram resistência superior aos grupos onde os canais foram preparados e deixados vazios, e resistência inferior aos grupos onde não foi feito preparo do canal. Dentre os grupos onde foi confeccionado o preparo do canal radicular, a maior resistência foi obtida no grupo 7, cujos canais radiculares foram preparados, condicionados com ácido fosfórico e preenchidos com resina composta. No entanto, este grupo não mostrou diferença estatística em relação aos grupos em que os canais não foram preparados. Concluíram que pino intra-radicular não é capaz de reforçar dentes tratados endodonticamente mas ao contrário, o preparo do canal para receber o pino pode enfraquecer o dente.

REEH, MESSER & DOUGLAS<sup>44</sup>, em 1990, analisaram as alterações na resistência de pré-molares como resultado dos tratamentos endodôntico e preparos cavitários. Utilizaram um método não destrutivo, através da instalação de um sensor de tensões sobre o limite amelo-cementário, por lingual e vestibular. Os dentes foram incluídos em cilindros de nylon a 2 mm do limite amelo-cementário. Uma carga de 37 N foi aplicada por oclusal, sobre as cúspides vestibular e lingual, durante 3 segundos. A leitura das tensões, geradas pela aplicação da carga sobre as cúspides, foi tomada como medida da resistência do dente, realizada após cada procedimento, como segue: 1.a) dente hígido; b) preparo do acesso endodôntico; c) instrumentação; d) obturação do canal; e) preparo de cavidade MOD; 2.a) dente hígido; b) preparo de cavidade



oclusal; c) preparo de cavidade MO; d) preparo de cavidade MOD; e) acesso endodôntico; f) obturação endodôntica. Os resultados mostraram que o tratamento endodôntico tem apenas pequeno efeito sobre a resistência do dente, reduzindo a dureza relativa em 5%. Isto devido a remoção de estrutura dental para obtenção do acesso ao canal radicular. Uma cavidade oclusal classe I diminuiu a dureza em aproximadamente 20%. A maior perda de resistência foi obtida pela remoção das cristas marginais, em preparos MOD, que reduziram a resistência das cúspides em até 63%. Os autores concluem, desta forma, que o tratamento endodôntico não é responsável pelo enfraquecimento dos dentes com cristas marginais preservadas.

O objetivo do experimento de MC DONALD, KING & SETCHELL<sup>31</sup>, realizado em 1990, foi determinar a influência de pinos pré-fabricados na resistência à fratura de incisivos centrais inferiores. Seleccionaram 45 dentes, cujos canais foram tratados endodonticamente, para serem divididos em 3 grupos de 15. O primeiro grupo foi restaurado com resina composta, o segundo com pino metálico e resina e o terceiro com pino de carbono e resina composta. Os dentes foram submetidos ao teste de impacto vestibular, em um ângulo de 90°. Foi anotada a perda de energia cinética durante o impacto, comparando os picos de energia e de resistência. Além disso, foi observado o padrão de fratura dos dentes. A análise dos resultados não detectou diferença significativa na resistência à fratura entre os grupos. Também não foi notada

diferença no padrão de fratura, indicando que não houve vantagens dos pinos de carbono sobre os metálicos.

ISHIKIRIAMA, SABATINI, NAVARRO & PEREIRA<sup>24</sup>, em 1995, verificaram a resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente com e sem pinos intra-radulares. Foram selecionados, neste experimento, 80 incisivos centrais superiores, divididos em 4 grupos de 20 dentes. Os dentes não receberam tratamento endodôntico, mas foram preparados com as brocas do sistema Parapost, com diâmetro de 1,25 mm até a extensão de 7 mm do ápice radicular. Os grupos 1 e 3 receberam pinos preparados a partir de fio ortodôntico intra-radicular, fixados com cimento de fosfato de zinco. No preparo cavitário, removeu-se as paredes mesial e distal, mantendo a mesma espessura da profundidade da câmara pulpar em relação à parede vestibular. Os dentes foram inseridos em resina poliestirênica 1 mm aquém do limite amelo-cementário. O primeiro foi restaurado através de pino intra-radicular, sistema adesivo e resina composta, enquanto o segundo grupo foi restaurado somente com resina. Para esses grupos, a força foi aplicada no centro geométrico da face palatina, no ângulo de 130° em relação ao seu longo eixo, a uma velocidade de 0,5 mm/min. No terceiro e quarto grupos, os dentes foram restaurados como descrito anteriormente; porém, a carga foi aplicada no terço incisal da face palatina. Nos resultados, evidenciou-se diferença significativa apenas no ponto de aplicação das cargas, com valores menores para o carregamento próximo ao terço incisal das coroas,

o que é explicado pela menor espessura de estrutura dentária nessa região. Em dentes restaurados com ou sem pino intracanal, não foi evidenciada diferença estatística significativa na resistência à fratura, independente do ponto de aplicação da força.

## **2.4 Análise de elementos finitos e fotoanálise:**

Através de um modelo matemático denominado análise de elementos finitos, PETERS, POORT, FARAH & CRAIG<sup>41</sup>, em 1982, registraram as tensões geradas por pinos intra-radiculares em dentes tratados endodonticamente e restaurados com coroa protética, relacionando principalmente o efeito da espessura da camada e tipo de cimento. Para calcular o comportamento do material testado frente à aplicação de cargas, foram fornecidas propriedades como módulo de elasticidade e proporção de Poisson. Os testes foram realizados em programa de computador, que conforme a intensidade e direção da carga aplicada, calcula a distribuição das tensões sobre a estrutura representada. Os resultados demonstraram que os pinos de menor diâmetro concentram maior tensão sobre as paredes do canal radicular. Independente da forma do pino, as tensões concentraram-se principalmente nas suas terminações apicais, com maior intensidade para os pinos cônicos. Demonstraram que para pinos mais longos, há uma distribuição mais uniforme das tensões. Quando estudaram as tensões sobre a linha de cimento, notaram que a concentração de tensões era alta para todas as formas de pinos estudadas. Comparando pinos retidos por fricção e cimentados, detectaram concentração de tensões 50% maiores nos pinos retidos por fricção. Os autores concluem o artigo afirmando que deve ser dada preferência a pinos cilíndricos de diâmetros maiores, respeitando os limites das raízes. Quando a união entre pino e

canal foi imperfeita, houve alta concentração de tensões, destacando a importância de ótima união entre pinos e paredes do canal, o que pode ser obtido pelo uso de agentes resinosos.

Através de um modelo de fotoanálise, HUNTER, FEIGLIN & WILLIAMS<sup>23</sup>, em 1989, estudaram os efeitos do tratamento endodôntico, preparo do canal para receber pinos pré-fabricados e a sua cimentação em raízes de incisivos centrais. Os resultados indicaram que a remoção de estrutura dentinária do canal radicular aumenta a concentração de tensões nas paredes e, assim, a suscetibilidade a fratura. Variando o diâmetro dos pinos, verificaram melhor adaptação dos pinos mais largos ao longo do canal radicular. Contudo, os maiores diâmetros em pinos mais curtos podem aumentar a concentração de tensões na região apical, devido à mudança abrupta na forma do pino nessa região. Os autores concluem que a cimentação de pinos intra-radiculares em dentes com o canal tratado conservativamente é desnecessário. No entanto, recomendam a sua utilização em canais demasiadamente alargados, acreditando que esses dentes serão reforçados.

CAILLETEAU, RIEGER & AKIN<sup>9</sup>, em 1992, utilizaram o método de elementos finitos para determinar os efeitos da distribuição de tensões de um pino metálico cilíndrico ao longo das paredes do canal radicular. Foram utilizados quatro modelos bidimensionais de incisivos centrais superiores, incluindo ligamento periodontal e osso alveolar: o primeiro modelo representava um dente intacto; o

segundo, um dente desvitalizado, restaurado com amálgama de prata; o terceiro, restaurado através de coroa total; e o último, restaurado com pino e coroa total. Os materiais que compuseram os modelos foram considerados isotrópicos, ou seja, possuíam as mesmas propriedades, independente da direção de aplicação da carga. Cada modelo foi submetido à força de 1 N na superfície lingual do dente. As máximas forças de compressão, tensão e cisalhamento foram anotadas. Os resultados mostraram flutuação de tensões nas paredes dos canais de todos os modelos, o que significa que o pino não distribui as tensões uniformemente ao longo da raiz. Para o modelo com pino de extremidade paralela, a força de compressão gerou alta concentração de tensões junto ao seu término apical.

Para estudar a influência das dimensões dos pinos intra-radiculares na distribuição de tensões sobre a dentina de dentes não vitais, HOLMES, DIAZ-ARNOLD & LEARY<sup>21</sup>, em 1996, utilizaram um modelo tridimensional, submetido à análise de elementos finitos. Um dente foi desenhado para representar um canino superior, restaurado através de diferentes pinos metálicos pré-fabricados, núcleo e prótese metalo-cerâmica. No modelo padrão, o tamanho do pino paralelo foi de 1,4 mm de diâmetro e de 13 mm de comprimento. Modificações nas dimensões do pino, bem como na sua forma, foram realizadas (paralelos: 1,4 mm x 13 mm; 1,4 mm x 10,5 mm; 1,4 mm x 8 mm; 1,2 mm x 13 mm; 1,6 mm x 13 mm; e cônicos: 0,6 mm a 1,4 mm de diâmetro x 13 mm). Para cada caso, 100 N de carga foi aplicada num

ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente, por vestibular. As resistências a compressão, tração e cisalhamento foram computadas. Os resultados mostraram que a distribuição das forças de tensão e compressão foram semelhantes em todos os seis casos. A máxima força de tração localizava-se na face lingual, próxima a crista óssea, enquanto que a máxima força de compressão foi detectada na face vestibular das raízes. A máxima força de cisalhamento ocorreu adjacente ao pino e foi similar em todos os modelos. Porém, quando o comprimento do pino foi reduzido de 13 para 10,5 mm, a força de cisalhamento foi elevada em 22% ; e para 57% quando o pino foi reduzido de 13 para 8 mm. Os autores não detectaram diferença entre a distribuição de cargas quando compararam os pinos paralelos e cônicos.

## **2.5 Pinos intra-radiculares:**

A fim de estudar a capacidade retentiva dos pinos intra-radiculares em função da técnica de cimentação das suas dimensões e das características superficiais, STANDLEE, CAPUTO & HANSON<sup>54</sup>, em 1978, realizaram testes de resistência à tração entre três diferentes configurações de pinos – cônico, paralelo serrilhado e paralelo rosqueado – e três diferentes cimentos – fosfato de zinco, carboxilato e resinoso. Ainda, introduziram variações de diâmetro e comprimento para cada situação experimental. Concluíram que os pinos paralelos rosqueados são mais retentivos que os cônicos. O aumento do comprimento resultou em maior retenção. O efeito do cimento foi observado somente para os pinos cônicos. Além disso, concluiu que o aumento do diâmetro dos pinos não resultou em aumento significativo na retenção sob testes de resistência a tração.

Com o objetivo de avaliar o protótipo de um pino pré-fabricado de fibras de carbono, KING & SETCHELL<sup>28</sup>, em 1990, realizaram um experimento comparando-o a outros sistemas de pino e núcleo. Para isso, utilizaram 40 incisivos centrais superiores, seccionados 2 mm acima do limite amelo-cementário, que receberam 4 diferentes tratamentos de reconstrução intra-coronária e restauração indireta com colar de 1 mm abraçando o remanescente dental. O primeiro grupo recebeu núcleo metálico fundido; o segundo, pino pré-fabricado metálico e núcleo



fundido; o terceiro foi restaurado com pino pré fabricado metálico e núcleo de compósito; e o último grupo, restaurado com pino de carbono e núcleo em resina. A carga de compressão foi aplicada por uma Máquina Universal de Ensaíos, num ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente, a uma velocidade de 5 cm/min. Foram registrados a carga necessária para causar fratura e o padrão de fratura dos espécimes. Os resultados demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos restaurados com núcleos fundidos e com pinos de carbono e núcleo de resina. Os demais grupos não demonstraram diferença estatística entre si. Todos os espécimes sofreram fratura radicular com deslocamento do pino. Entretanto, o padrão de fratura foi significativamente mais favorável nos dentes restaurados com pino de fibra de carbono, se comparado ao grupo restaurado com pino pré-fabricado metálico.

No mesmo ano, SORENSEN & ENGELMAN<sup>51</sup> estudaram o efeito da adaptação entre pinos intra-radulares e as paredes do canal na resistência à fratura de incisivos centrais. Quatro grupos de dez raízes receberam núcleos metálicos fundidos e coroas protéticas, onde variavam a conicidade e adaptação dos núcleos ao canal radicular, cimentados com fosfato de zinco. O carregamento tangencial de compressão foi aplicado num ângulo de 130° em relação ao longo eixo do dente. Os resultados mostraram que, para os pinos cônicos, quanto maior a adaptação do pino ao canal, maior será a resistência à fratura. Todavia, o padrão de fratura é desfavorável à reconstrução. Os pinos com conicidade exagerada resultaram em fraturas mais

destrutivas, que atingem o terço apical da raiz. Para os pinos paralelos, o padrão de fratura foi mais favorável e a variação da adaptação ao canal não alterou significativamente os valores de resistência à fratura.

FELTON, WEBB, KANOY & DUGONI<sup>16</sup>, em 1991, estudaram a incidência de fraturas radiculares em função das características superficiais dos pinos intra-radiculares, em 140 pré-molares, que receberam núcleos metálicos fundidos, pinos pré-fabricados de diferentes características e grupos onde o canal não foi preparado. Após a inserção dos pinos os espécimes foram desmineralizados e clareados para identificar a existência de linhas de fratura. Não observaram variação entre os grupos que continham pinos. Porém, comparando com os grupos onde o canal não foi preparado observou-se maior susceptibilidade a fratura nos grupos onde o pino foi cimentado, devido a maior deformação das paredes dentinárias. Na discussão, alertam sobre a concentração de tensões durante a cimentação e recomendam pinos com canaletas para minimizar a pressão hidrodinâmica durante a cimentação. Observaram, ainda, que a maioria das fraturas ocorreram nas faces mesiais e distais da raiz, devido à menor espessura dentinária.

Em 1991, ROSS, NICHOLLS & WARRINGTON<sup>48</sup> analisaram as tensões geradas no remanescente radicular durante a colocação de 5 tipos de pinos intra-radiculares. Vinte e cinco incisivos centrais superiores com 1 mm de remanescente coronário foram preparados. Cada grupo de cinco dentes recebeu os

pinos Para-post, Flexi-post, Vlock-post, Kurer Fin Lock e Radix Anchor. Durante a colocação dos pinos Radix Anchor e Kurer Fin Lock foram registradas as maiores tensões sobre a raiz, estatisticamente superiores aos demais pinos, devido às brocas do conjunto serem levemente menores que o diâmetro desses pinos. Os demais não oferecem tanta resistência à inserção. Os autores sugerem cuidados na inserção de qualquer pino rosqueado, devido à possibilidade de concentração de tensões, aconselhando retroceder um quarto de volta ao atingir o término do preparo. Durante a prova do pino, recomendam a inserção lenta, pois a dentina é viscoelástica, ou seja, tem capacidade de dispersar essas tensões geradas em função do tempo.

ASSIF, BITENSKI, PILO & OREN<sup>4</sup>, em 1993, estudaram o efeito do desenho do pino na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, restaurados com coroas unitárias. Utilizaram 41 pré-molares unirradiculares, que tiveram suas coroas seccionadas 2 mm acima do limite amelo-cementário. Após a secção, foram divididos em quatro grupos, que receberam diferentes tratamentos: núcleo metálico fundido; pino metálico cilíndrico com término apical paralelo; pino metálico cilíndrico com extremidade cônica, todos cimentados com fosfato de zinco; e um grupo onde o canal foi preenchido com cimento de ionômero de vidro convencional Ketac Fill. Foram cimentadas coroas protéticas sobre um término cervical de 2 mm em dentina. Os dentes foram incluídos em blocos de resina e levados à Máquina Universal de Ensaio para o teste de resistência ao carregamento

axial de compressão, num ângulo de 30°, à velocidade de 2 mm por minuto, até fraturar. Os resultados demonstram que o desenho do pino não tem influência estatisticamente significativa na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, fato atribuído à confecção do término cervical de 2 mm, recoberto por colar metálico. Não houve também diferença entre os grupos restaurados com ou sem núcleos metálicos fundidos. Os autores destacam fatores que podem contribuir para a variação dos valores de resistência, que são: o grau de calcificação do dente, a distância do limite amelo-cementário até a força aplicada, a direção da força, as variações na composição e espessura do agente de cimentação, a variação da posição dos pinos, as variações das dimensões dos dentes e a morfologia dos canais. Na conclusão, sugerem que, se não houver necessidade de retenção, os pinos intraradiculares poderiam ser dispensados mesmo em reconstruções protéticas.

Neste mesmo ano, STANDLEE & CAPUTO<sup>53</sup> estudaram o efeito das características de superfície na retenção dos pinos pré-fabricados. Padronizaram o comprimento, diâmetro e forma dos diferentes pinos testados, um com estrias horizontais, um com estrias transversais, outro com estrias longitudinais e o último com roscas na sua superfície. Os quatro tipos de pinos foram cimentados através de agente resinoso. Os resultados indicam que a característica de superfície tem influência na retenção dos pinos. Os grupos onde havia retenções horizontais ou transversais foram superiores ao grupo que apresentava estrias longitudinais. No teste

de resistência à tração. Na discussão, os autores explicam que nos pinos com estrias longitudinais o cimento se desprende mais facilmente do pino, permanecendo em grande parte no canal radicular, enquanto que nos pinos com retenções transversais há maior número de vetores de força impedindo o desalojamento no sentido longitudinal da raiz, o que propicia maior retenção ao dente.

KEYF & SAHIN<sup>27</sup>, em 1994, compararam a retenção e estabilidade de três sistemas de pinos intra-radiculares pré-fabricados – Flexi-post, Parapost e Brasseler, variando seus diâmetros. Foram selecionadas 42 raízes de incisivos superiores, que receberam tratamento endodôntico. Os diferentes pinos foram cimentados através de cimento de fosfato de zinco. Na primeira parte da pesquisa foi aplicada força de tração no sentido do longo eixo dos pinos, numa velocidade de 1 mm por minuto, até desalojá-los. Na segunda parte foi aplicada uma força de compressão num ângulo de 130°, à velocidade de 5 mm por minuto. Foi anotada a força necessária para desalojar os pinos. Os resultados demonstraram que para os diâmetros menores, não houve diferença na resistência a tração. Porém, houve diferença entre os grupos para os diâmetros médio e largo. Para o diâmetro intermediário, o pino Flexi-post foi duas vezes mais retentivo que os demais. Quando foi aplicada a carga tangencial de compressão, num ângulo de 130°, este pino foi significativamente mais estável que os demais, comparados aos preparos de menor diâmetro. Para os diâmetros maiores, não houve diferença estatística entre os grupos.

COHEN, PAGNILLO, CONDOS & DEUTSCH<sup>12</sup>, em 1995, testaram a resistência à força torcional em 7 diferentes pinos pré-fabricados metálicos, cimentados no canal radicular através de cimento de fosfato de zinco e agente resinoso Flexi-flow. Foram preparadas 150 raízes, de incisivos centrais e laterais, que foram divididas em 11 grupos. Os quatro primeiros grupos dispunham de 20 raízes, onde metade foi submetida a força no sentido horário e a outra metade no sentido anti-horário. Os demais grupos receberam 10 raízes cada, sendo que os corpos de prova foram submetidos apenas à força no sentido horário. Os pinos metálicos utilizados nesse experimento foram: Flexi-post, Flexi-flange, Para-post, Vlock-post, Access-post, Dentatus e World-post. Os resultados demonstraram que os pinos rosqueados foram mais resistentes às forças rotacionais, em especial os pinos Flexi-post e Flexi-flange. Um dado interessante: houve fratura na cabeça dos pinos Flexi-post e Flexi-flange, enquanto que para os outros houve desprendimento do interior do canal, indicando menor retenção. Não houve diferença na resistência às forças torcionais quando se utilizou cimento de fosfato de zinco ou agente resinoso. É salientado que a aplicação de forças torcionais é o melhor método para comparar a estabilidade de pinos pré-fabricados, apesar de não ser tão conveniente quanto os testes de tração. Os autores caracterizaram os pinos quanto ao meio de retenção, característica de superfície e forma e, dentre eles, citam o Flexi-post como pino

paralelo, dividido no terço médio e apical, rosqueado ao canal e que apresentam adequada retenção, tanto com cimento de fosfato de zinco como com agente resinoso.

Em 1995, TORBJÖRNER, KARLSSON & ÖDMAN<sup>57</sup> concluíram um estudo longitudinal de 10 anos em 638 pacientes, com 788 dentes tratados endodonticamente, onde 456 receberam núcleos metálicos fundidos e 332 receberam pinos pré-fabricados (Parapost). Foi avaliada a longevidade desses tratamentos através do percentual de falhas, além do padrão de fratura. Após um período de acompanhamento entre 4 e 5 anos, foi detectado 15% de falhas para núcleos metálicos fundidos e 8% de falha para o pino pré-fabricado. Perda de retenção foi o tipo de falha mais comum para ambos. As falhas que resultaram em extrações foram 5% para o núcleo metálico fundido e 2% para o pré-fabricado metálico. Dos 788 dentes estudados, 72 falharam, numa razão de 2,1 por ano. Não foram estudadas as razões pelas quais ocorreram as falhas para ambos os sistemas.

CHRISTENSEN<sup>10</sup>, em 1996, fez um comentário sobre a utilização de pinos intra-radiculares em dentes tratados endodonticamente, colocando em dúvida a capacidade deste material em fortalecer dentes tratados endodonticamente, quando cimentados no canal radicular. Além disso, lembra que a principal finalidade dos pinos é promover a retenção para a restauração protética em dentes onde o tecido coronário perdido não é capaz de oferecê-la adequadamente. Para dentes tratados endodonticamente, com mínima perda de estrutura dental, o autor recomenda

restauração com materiais ionoméricos, resinosos ou com amálgama de prata, sem a instalação de pinos no interior do canal radicular. Para dentes que perderam até metade da estrutura coronária, o autor ainda recomenda técnicas restauradoras diretas, através de resina composta em anteriores e amálgama ou resina em posteriores. Ressalta que a restauração através de pinos e núcleos deve ser evitada, se possível. Quando mais da metade da coroa dental é perdida, recomenda a utilização de pinos e núcleos para fornecer retenção à restauração protética. Se for necessária a utilização de pinos intra-radulares, o autor defende o uso de pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento, afirmando ainda que, em termos de pinos intra-radulares, os pinos de titânio são a melhor opção por ter adequada resistência e excelente biocompatibilidade. Como alternativa, cita a possibilidade do uso de pinos e núcleos somente em resina composta.

Com o objetivo de testar a influência dos pinos intra-radulares na resistência à fratura de raízes restauradas com núcleos de amálgama e coroas metálicas, KAHN, ROSENBERG, SCHULMAN & PINES<sup>26</sup>, em 1996, utilizaram 3 marcas comerciais de pinos (Cytco, Vlock e Flexi-post) em três diferentes grupos. No grupo controle não utilizaram pino, mas somente núcleo de amálgama, ancorado 4 mm no interior do canal radicular. Os dentes receberam cobertura protética que abraçava uma margem de 1 mm de tecido dentinário sadio. Foi aplicada uma força tangencial de compressão, em 45°, à velocidade de 5 mm por minuto. Os valores de



compressão máxima e padrão de fratura foram anotados. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa entre os grupos onde foram cimentados pinos intra-radiculares, embora o grupo III tenha sido numericamente superior. O mesmo grupo (Flexi-post), foi o único a apresentar diferença significativa em relação ao grupo controle (sem pino). O padrão de fratura para todos os dentes foi semelhante, oblíquo e radicular. A semelhança nos resultados foi atribuída à confecção do término em margem dentinária, permitindo o abraçamento da raiz pela coroa.

ISIDOR, ÖDMAN & BRØNDUM<sup>25</sup>, em 1996, testaram a resistência de pinos de fibra de carbono sob carga intermitente, comparados a pinos pré-fabricados paralelos e cônicos, em dentes tratados endodonticamente. Conforme os autores, estes testes de resistência à carga intermitente crescente podem trazer resultados diferentes de outros testes laboratoriais. Foram utilizados 40 dentes bovinos, removendo-se a coroa e parte da raiz, obtendo-se remanescentes radiculares com 20 mm de comprimento e diâmetro de  $4.8 \pm 0.2$  mm. Foi simulado o ligamento periodontal com adesivo a base de silicone, incluindo-se 15 mm da raiz em resina acrílica. Os dentes receberam pinos pré-fabricados de fibra de carbono e núcleo em compósito, sendo recobertos através de restauração protética, que abraçou 2,5 mm de remanescente dentinário. As amostras foram submetidas à carga intermitente com a frequência de 2 ciclos por segundo, com carga máxima de 250 N, num ângulo de  $45^\circ$  em relação ao longo eixo do dente. Foram anotados o número de ciclos e a carga de fratura das

amostras. Este trabalho foi comparado a estudo prévio dos mesmos autores, onde eram utilizados pinos pré-fabricados metálicos paralelos e cônicos em dentes bovinos com as mesmas dimensões. Os resultados demonstraram que os pinos de fibra de carbono possuem resistência à fratura comparável ou superior aos pinos metálicos. Isto pode ser devido ao módulo de elasticidade desses pinos assemelhar-se ao da dentina, enquanto que o dos pinos metálicos é muito maior. Comparando o padrão de fratura, os pinos de fibra de carbono foram estatisticamente superiores aos metálicos.

MORGANO<sup>36</sup>, em 1996, fez um levantamento sobre restaurações indiretas para dentes tratados endodônticamente, lembrando os tradicionais princípios biomecânicos para o sucesso destas reconstruções. Enfatiza a conservação de remanescente dental e indica a utilização dos núcleos metálicos fundidos quando for necessária a cimentação de coroas, devido à sua grande resistência, estabilidade e configuração, que se assemelha à do canal radicular por ser cônico. Ainda em relação aos pinos, sugere que as proporções de comprimento e diâmetro sejam mantidas, mesmo na utilização de pinos pré-fabricados. Quando o comprimento for comprometido, o autor sugere a utilização de agente de cimentação resinoso.

Frente ao desenvolvimento de pinos pré-fabricados de fibra de carbono, PURTON & LOVE<sup>42</sup>, em 1996, propuseram-se a estudar sua rigidez e retenção, comparando-os aos pinos pré-fabricados metálicos. No teste de rigidez, o pino metálico demonstrou maior resistência à deformação sob cargas de compressão,

propriedade que os autores consideraram essenciais para retenção e estabilidade de uma coroa protética em função. Para o teste de resistência a tração, dez pinos de cada tipo foram cimentados em 20 raízes através de agente de cimentação resinoso, onde o pino metálico mostrou ser estatisticamente superior, importante nos casos onde há pouco ou nenhum remanescente coronário. Essa superioridade é atribuída às retenções macromecânicas do pino metálico rosqueado e à ineficiente união química entre os agentes adesivos e a matriz epóxica que envolve as fibras longitudinais do pino de carbono.

SIDOLI, KING & SETCHELL<sup>50</sup>, em 1997, compararam a performance e a resistência à fratura de pinos de fibra de carbono (C-post) contra os existentes pinos metálicos e núcleos em compósito. Foram selecionados 40 incisivos centrais e caninos superiores, divididos em 4 grupos com os seguintes tratamentos: dentes restaurados com C-post e núcleo de resina, dentes restaurados com pino metálico e núcleo em resina, dentes restaurados com núcleo metálico fundido e dentes íntegros onde foi realizado acesso e tratamento endodôntico. Todas as amostras foram recobertas com restaurações protéticas, cimentadas com fosfato de zinco. A carga de compressão foi aplicada num ângulo de 50° em relação ao longo eixo do dente, à velocidade de 5 cm/min. Os dentes somente com acesso endodôntico mostraram resistência à fratura superior aos demais grupos, seguidos dos dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos e pinos metálicos pré-fabricados, que não mostraram diferença estatística

entre si. Resultados inferiores foram demonstrados quando utilizou-se o pino de fibra de carbono. O padrão de fratura foi examinado macroscópica e microscopicamente, sendo que os melhores resultados foram para os pinos de carbono, seguido dos pré-fabricados metálicos, que mostraram-se compatíveis com a reconstrução dental após fratura.

## **2.6 Agentes de cimentação:**

ASSIF & FERBER<sup>6</sup>, em 1982, propuseram-se a comparar a resistência à tração de pinos pré-fabricados cimentados através de compósito restaurador e cimento de fosfato de zinco. Foram utilizados 2 tipos de pinos metálicos: um serrilhado com sulcos de escape (Parapost) e um pino cônico rosqueado (Dentatus). Utilizaram 100 raízes de incisivos centrais, divididos em 5 grupos de 20 dentes, que receberam os seguintes tratamentos: G1) Parapost cimentado com cimento de fosfato de zinco; G2) Parapost cimentado com Prosthodont; G3) Dentatus sem agente de cimentação; G4) Dentatus com cimento de fosfato de zinco; G5) Dentatus com Prosthodont. No grupo 2, o canal foi ampliado 250  $\mu$ m além do diâmetro do pino, obtendo-se uma linha de cimentação 10 vezes maior que a recomendada pela literatura. A força de tração foi aplicada a uma velocidade de 80mm/min. Os resultados mostraram que o compósito restaurador Prosthodont foi superior independente do tipo de pino. Pinos que foram inseridos sem cimento apresentaram os menores valores de resistência à tração. Concluíram, ainda, que a espessura do agente de cimentação não é determinante na retenção quando utilizado compósito para fixação de pinos ao canal radicular.

Determinar o efeito da espessura do agente de cimentação na retenção de pinos intra-radiculares serrilhados foi o objetivo do estudo de ASSIF e BLEICHER<sup>5</sup>, em 1986. Neste experimento, utilizaram 125 dentes divididos em 5 grupos com 25

cada, que receberam diferentes tratamentos: G1) pinos de 1 mm de diâmetro e canal com preparo de 1,25 mm de diâmetro; G2) pinos de 1mm de diâmetro, cimentados em canais com 1,5 mm; G3) pinos de 1,25 mm de diâmetro e canais com 1,5 mm de diâmetro; G4) pino de 1,25 mm de diâmetro e canal com 1,75 mm; G5) pinos de 1,5 mm de diâmetro e canais com 1,75 mm de diâmetro. Para cimentação dos pinos foi utilizado agente resinoso Prosthodont. As raízes unirradiculares foram incluídas em blocos acrílicos e levadas à Máquina Universal de Ensaio para o teste de resistência à tração, numa velocidade de 50 mm por minuto, no sentido do longo eixo dos pinos. Concluíram que variações superiores a 500 µm não influenciam na retenção dos pinos quando utilizaram cimento resinoso. Não perceberam influência do diâmetro do pino na resistência a tração. Deste modo, os autores recomendam a utilização de pinos de menores diâmetros associados a cimentos resinosos, preservando maior quantidade de estrutura dental.

O estudo do efeito residual do eugenol, contido nos cimentos endodônticos, sobre a retenção de agentes resinosos à dentina foi o objetivo do estudo de TJAN & NEMETZ<sup>56</sup>, em 1992. Para realizar este experimento cimentaram pinos intra-radulares metálicos (Parapost) através de agente resinoso (Panavia EX) em 70 raízes de pré-molares recém extraídos, divididos em 7 grupos, cujos canais radulares foram contaminados com eugenol, exceto o grupo controle (G1). Os demais grupos foram descontaminados através de água destilada (G2); álcool etílico e água (G3);

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

MENDOZA & EAKLE<sup>33</sup>, em 1994, investigaram a capacidade retentiva de pinos pré-fabricados unidos ao canal radicular através de quatro diferentes agentes de cimentação: C & B Metabond, Panavia, All Bond-2 e Ketac-cem. Utilizaram 60 caninos superiores, divididos em 4 grupos de 15 amostras, onde, para cada grupo de dentes, os pinos foram cimentados com um tipo diferente de cimento. Nos testes de resistência a tração, o C & B Metabond foi estatisticamente mais retentivo que os demais cimentos. Não houve diferença significativa entre os cimentos Ketac-cem e Panavia. Também não houve diferença estatística entre o Panavia e o All Bond, sendo que este último foi inferior ao cimento Ketac-cem. Os autores citam que a função primária do pino é fornecer retenção ao núcleo, o que sugere a utilização de um cimento com capacidade retentiva superior. Quanto aos cimentos, enfatizam que o cimento de fosfato de zinco tem sido utilizado durante muitos anos. Todavia, adesivos resinosos têm sido advogados por sua união aos metais e estrutura dental ser superior

aos demais cimentos. Relatam, ainda, que o preparo do canal pode enfraquecer o remanescente radicular e elevar a probabilidade de fratura sob carga mastigatória. Reforçam a idéia de que o pino deve ser indicado onde a retenção seja fator crucial para o sucesso da restauração. Os autores criticam os cimentos resinosos em virtude do excesso de passos e pelo reduzido tempo de trabalho, que pode evitar o completo assentamento do pino. Recomendam a utilização de um cimento resinoso nos casos de coroas mais destruídas, quando é requerida retenção máxima. A otimização da microrretenção mecânica é conseguida através da aplicação de ácido e sistema adesivo na dentina previamente ao cimento.

Através de teste de resistência à fratura, MENDOZA, EAKLE, KAHL & HO<sup>32</sup>, em 1997, avaliaram a habilidade dos pinos cimentados com agentes resinosos em reforçar raízes debilitadas, quando submetidas à força de compressão num ângulo de 60°, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Para tanto, selecionaram 40 caninos inferiores, que tiveram suas coroas seccionadas e as paredes dos canais fragilizadas através de pontas diamantadas, permanecendo uma parede de 1 mm de espessura. As raízes foram separadas em 4 grupos de 10. Pinos metálicos paralelos (Dentatus, do sistema Luminex) foram cimentados através de 4 diferentes agentes de cimentação: fosfato de zinco, Panavia, C&B Metabond e compósito Z100. No último grupo, o compósito Z100 foi introduzido no canal com a função de reforçar a raiz e o pino foi fixado ao compósito através de um agente adesivo autopolimerizável. As raízes foram



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

## **2.7 Restauração com compósito e sistemas adesivos:**

BEN-AMAR, GONTAR, FITZIG, URSTEIN & LIBERMAN<sup>8</sup>, em 1986, testaram a retenção de um pino pré-fabricado, cimentado no interior do canal radicular através de agente resinoso, combinado a dois diferentes sistemas adesivos dentais. Seleccionaram 63 raízes de incisivos, caninos e pré-molares para a remoção da coroa e do ápice radicular, padronizando o comprimento do canal em 7 mm. As raízes foram divididas em três grupos, que receberam o pino Dentatus nº 4, cimentado através da resina Silar, precedida da aplicação do sistema adesivo Scotchbond no primeiro grupo e do sistema adesivo de esmalte Concise no segundo grupo. No grupo controle não foi aplicado sistema adesivo. Os resultados demonstram que o agente adesivo dentinário Scotchbond foi significativamente mais retentivo que o agente adesivo para esmalte dental e o grupo controle, que não diferiram entre si. Os autores indicam o uso de sistema adesivo dentinário para cimentação de pinos intraradiculares.

A proposta do estudo de OLIVEIRA, DENEHY & BOYER<sup>38</sup>, em 1987, foi comparar a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente, preparados com tipos de cavidades diferentes, seguidos por restauração com diversos materiais. Para realizarem o experimento, a pesquisa foi separada em duas partes. Na primeira, 60 pré-molares foram divididos em 5 grupos de 12 dentes, sendo que, exceto

para o grupo controle, todas as amostras receberam cavidades MOD seguidas de restauração, como descrito a seguir: G1) dentes hígidos ou controle; G2) câmara pulpar vedada com cimento de fosfato de zinco e restauração de amálgama; G3) câmara pulpar vedada com cimento de fosfato de zinco e restauração através de resina composta; G4) restauração totalmente em resina composta; G5) câmara pulpar vedada com resina composta e restauração de amálgama de prata. Através de um cilindro que contactava os planos inclinados cuspídeos vestibular e lingual da face oclusal, os dentes foram submetidos ao carregamento de compressão a uma velocidade de 0,5 mm por minuto. Os resultados desta etapa demonstraram que os dentes hígidos foram os mais resistentes, enquanto que os demais não diferiram estatisticamente entre si.

Na segunda parte do experimento o desgaste foi mais profundo, eliminando as paredes axiais do preparo MOD tradicional, formando uma parede pulpar plana de mesial a distal. Foram utilizados 36 pré-molares em 3 grupos de 12, restaurados como segue: G1) dentes hígidos; G2) dentes restaurados com amálgama sobre uma base de cimento de fosfato de zinco; G3) dentes restaurados com resina composta, sobre fosfato de zinco. Os resultados desta etapa demonstraram que os dentes restaurados com resina composta foram tão resistentes a fratura quanto os hígidos. Os dentes restaurados com amálgama foram menos resistentes que ambos. Aos bons resultados dos grupos restaurados com resina composta os autores atribuem o condicionamento ácido de esmalte e dentina. Afirmam ainda que o principal fator na

resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente é a quantidade de estrutura dental remanescente.

Após estudarem a resistência à deformação de cúspides de pré-molares debilitadas através de diferentes preparos cavitários<sup>44</sup>, REEH, DOUGLAS & MESSER<sup>43</sup>, em 1989, utilizaram a mesma metodologia para observar a deflexão das cúspides em dentes tratados endodonticamente e restaurados com vários materiais, sob cargas compressivas não destrutivas. Compararam dentes íntegros e dentes despolpados que receberam restaurações metálicas fundidas com proteção de cúspide, restauração com amálgama de prata e restaurações com resina composta através de condicionamento ácido somente em esmalte ou em esmalte e dentina. Dentre os grupos testados, as restaurações indiretas com proteção de cúspide foram as mais resistentes, resultando em menor deformação que os próprios dentes íntegros. Os dentes restaurados apenas com amálgama sofreram as maiores deformações, equivalentes a uma menor resistência, se comparado aos demais grupos. As restaurações com resina composta, frente ao condicionamento ácido de esmalte e dentina, não diferiram estatisticamente dos dentes íntegros, apesar dos valores terem sido inferiores. Ainda, foram significativamente superiores às restaurações onde condicionou-se apenas o esmalte dental.

HERNANDEZ, BADER, BOSTON & TROPE<sup>20</sup>, em 1994, avaliaram a resistência à fratura de dentes humanos através de restauração com diferentes

materiais. Utilizaram para o teste de compressão 60 pré-molares recém-extraídos, divididos em 6 grupos com 6 dentes cada. Foram confeccionadas cavidades MOD, restando uma parede vestibular de 2 mm de espessura próximo à face oclusal e com 3 mm de espessura na cervical. A profundidade das cavidades coincidiram com o limite amelo-cementário. No primeiro grupo realizaram condicionamento ácido e restauraram com resina composta. No grupo 2, foi realizado condicionamento ácido total, aplicação do agente adesivo All Bond 2 e restauração com a resina composta. No grupo 3, foi realizado condicionamento ácido, aplicado o sistema adesivo Prisma Universal Bond 3 e restauração com resina. No grupo 4, foi utilizado condicionamento ácido, sistema adesivo Tenure e a resina da mesma marca comercial. No quinto grupo, foi utilizado o sistema Prisma universal Bond 3 e restauração mista de resina modificada por poliácido (Variglass) e resina (APH). No último grupo, os dentes foram restaurados através de amálgama adesivo, utilizando-se o sistema Amalgabond. Os resultados demonstraram que dentes restaurados com sistemas adesivos hidrófilos e resina composta apresentaram cúspides com maior resistência à deflexão quando comparados àqueles restaurados sem aplicação do sistema adesivo.

CHRISTENSEN<sup>11</sup>, em 1995, defendeu o uso de resinas compostas em restaurações de dentes anteriores, atribuindo a elas longevidade, quando bem indicadas. Pequenas restaurações poderiam ser consideradas permanentes na cavidade

oral. Classes III, IV e V, com grande área de envolvimento vestibular, seria adequada a combinação de resinas híbridas para o corpo da restauração e microparticuladas para áreas estéticas. As restaurações sem significativo envolvimento estético são restauradas mais adequadamente com as resinas microhíbridas com alto conteúdo de carga, que possuem propriedades mecânicas superiores e baixo coeficiente de expansão térmica linear.

Em 1996, ABDALLA & ALHAYDAINY<sup>1</sup> avaliaram o desempenho clínico de três resinas compostas em restaurações classe I de pré-molares, classificando a resina Z100 como de melhor desempenho quando avaliados integridade marginal, manchamento marginal, descoloração e forma anatômica. Na sua discussão, os autores atribuem o superior desempenho ao alto conteúdo de carga incorporada à matriz, possível devido ao tamanho e forma das suas partículas, totalizando 66% do seu volume. Este maior conteúdo de carga inorgânica corresponde à máxima resistência a compressão, dureza superficial e resistência ao desgaste. Além disso, seu Módulo de Young é semelhante ao da dentina, tornando o dente restaurado resistente às cargas oclusais.

ALBUQUERQUE, FONTANA, TURBINO & FONTANA<sup>2</sup>, em 1996, testaram a resistência à fratura de diversos materiais utilizados para núcleo de preenchimento. Dentre os materiais testados, foi utilizada uma resina composta (Adaptic) associada a um sistema adesivo (Prisma Universal Bond III), amálgama de

prata (DFL Alloy) e um ionômero de vidro reforçado com partículas de prata (Ketac Silver). Os núcleos foram confeccionados em três diferentes condições (sobre pinos Unimetric; sobre fios ortodônticos; e sem pino). Vinte e sete molares foram posicionados num plano inclinado de 45°, onde aplicou-se uma carga axial de compressão diretamente sobre os núcleos de preenchimento. Os núcleos de resina composta foram estatisticamente mais resistentes que os demais, que não mostraram diferença estatística entre si. Os dentes com núcleo associados a pinos pré-fabricados, fio ortodôntico ou sem pino não apresentaram diferença estatística para a variável resistência à fratura.

Conforme ANUSAVICE<sup>3</sup>, em 1996, a quantidade e o tamanho das partículas que compõem as resinas compostas são de extrema importância para o sucesso desse material. Os compósitos híbridos, com partículas que variam entre 0,6 e 1µm, permitem uma incorporação de 75 a 80% de peso ou 60 a 65% de volume de partículas na matriz resinosa. Diminuindo o volume dessa matriz, a contração de polimerização é reduzida, bem como a absorção de água e o coeficiente de expansão térmica linear. Além disso, propriedades como resistência à compressão, à tração, ao desgaste e módulo de elasticidade são sensivelmente melhorados. Por causa dessas propriedades, as resinas microhíbridas são amplamente utilizadas em restaurações que exigem resistência às cargas mastigatórias. Para que as resinas adiram eficientemente à estrutura dental, em especial à dentina, é necessária a utilização de ácidos e agentes

adesivos, que atualmente têm demonstrado valores de resistência ao cisalhamento acima de 20 MPa em substrato dentinário, promovendo suficiente união para o sucesso dessas restaurações.

Em 1997, AUSIELLO, DE GEE, RENGÓ & DAVIDSON<sup>7</sup> estudaram a resistência à fratura de pré-molares superiores, onde foram confeccionadas cavidades MOD. Para restaurar os preparos cavitários foram utilizadas: uma marca de amálgama de prata em combinação com dois sistemas adesivos (Superbond e Panavia); três marcas de resina composta (Z100, Herculite XRV e Clearfil RP) em combinação com seus respectivos sistemas adesivos; resina composta (Z100) em combinação com três marcas de ionômero de vidro (Ketac fill, Fugii II e Vitremer); e resina composta (Tetric) em combinação com o ionômero de vidro híbrido (Compoglass). Os resultados demonstraram que as resinas compostas, em combinação com seus respectivos sistemas adesivos, forneceram resistência à fratura comparável à dos dentes hígidos. Os autores atribuem as altas resistências adesivas ao emprego dos sistemas adesivos hidrófilos, que após o condicionamento ácido da dentina, possibilitam a formação da camada híbrida.

No mesmo ano, MARCHI<sup>30</sup> comparou a resistência à fratura entre raízes extensamente debilitadas e íntegras, restauradas através de núcleo metálico fundido ou pinos pré-fabricados. Setenta e seis raízes foram posicionadas numa base metálica com plano inclinado em 45° para serem submetidas ao teste de carregamento



tangencial de compressão, num ângulo de  $135^{\circ}$ , que corresponde à relação de oclusão entre os incisivos centrais superiores e inferiores. A análise estatística dos dados demonstrou superior resistência para as raízes híginas e para as de maior volume, ressaltando a importância do remanescente dental e da espessura da parede dentinária em torno do pino. Além disso, os pinos pré-fabricados foram superiores aos núcleos metálicos fundidos nas raízes debilitadas. Por último, o agente adesivo, combinado à resina, foi efetivo para reforçar raízes debilitadas.

A adesão à dentina tem apresentado valores semelhantes à adesão em esmalte, devido ao desenvolvimento dos novos adesivos dentinários hidrófilos. Entretanto, esses adesivos necessitam de umidade dentinária para que o “primer” se difunda na camada de dentina desmineralizada, formando a camada híbrida. Dessa maneira, dentes tratados endodonticamente, que não têm a pressão hidrodinâmica advinda da polpa, poderiam apresentar resistência adesiva inferior. Para sanar essa dúvida, PAMEIJER & LOUW<sup>39</sup>, em 1997, realizaram um estudo *in vivo*, tratando os canais radiculares do hemiarco superior e inferior de 3 macacos e realizando restaurações através de sistemas adesivos e resina composta em todos os dentes. Após vinte e quatro horas, sacrificaram os animais e removeram os dentes para submetê-los ao teste de cisalhamento, avaliando a resistência adesiva entre os dentes polpados e despulpados. A análise estatística não detectou diferença significativa na resistência

adesiva entre os grupos testados, indicando que a pressão pulpar não tem influência no mecanismo de adesão quando seguidas as instruções dos fabricantes.

Com o desenvolvimento dos novos adesivos dentinários, de passos simplificados, trabalhos têm comparado a sua resistência adesiva com os sistemas convencionais. WILDER, SWIFT, MAY & WADDELL<sup>60</sup>, em 1998, testaram a resistência ao cisalhamento de 6 adesivos de passo simplificado e 3 convencionais, utilizando o adesivo Scotchbond Multi-uso Plus como controle. Todos os adesivos foram aplicados seguindo as instruções dos respectivos fabricantes. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa entre os sistemas testados, embora os adesivos simplificados tenham apresentado valores inferiores aos convencionais.

PROPOSIÇÃO

---

### **3 PROPOSIÇÃO**

O propósito deste estudo foi avaliar a resistência à fratura de incisivos centrais superiores tratados endodonticamente, com uma ou duas cristas marginais removidas, restaurados através de compósito odontológico, associados ou não a pinos pré-fabricados cimentados no interior do canal radicular, bem como analisar o padrão de fratura para os diferentes tratamentos.

“Os malogros da vida são os  
dentes da engrenagem da criação”

Deepak Chopra

**MATERIAL E MÉTODO**

---

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 MATERIAL

Para a realização deste trabalho foram selecionados um sistema adesivo hidrófilo, um compósito odontológico, um agente de fixação resinoso e pinos intra-radulares metálicos e de fibras de carbono. As marcas comerciais, classificação e respectivos fabricantes são apresentados no quadro 4.1.

**QUADRO 4.1** - Materiais utilizados no ensaio de resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

| MATERIAIS                       | CLASSIFICAÇÃO  | FABRICANTE                     |
|---------------------------------|--|--------------------------------|
| SCOTCHBOND<br>MULTI-USO<br>PLUS | adesivo dentinário hidrófilo,<br>veículo aquoso, com<br>polimerização físico-química   | 3M                             |
| Z100                            | compósito odontológico<br>fotopolimerizável, monomodal,<br>com 66% de partículas de<br>zircônia/sílica em volume                               | 3M                             |
| OPAL                            | Agente resinoso de<br>polimerização física e química<br>para cimentação  | 3M                             |
| C-POST                          | pino intra-radicular de fibras de<br>carbono, unidas por uma matriz<br>de resina epóxica, paralelo com<br>término apical cônico e afilado      | BISCO                          |
| FLEXY-POST                      | pino intra-radicular metálico,<br>rosqueado, de secção<br>longitudinal paralela, com<br>término apical cônico e bipartido<br>longitudinalmente | ESSENTIAL<br>DENTAL<br>SYSTEMS |

## **4.2 MÉTODO**

### **4.2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:**

O fator em estudo é o reforço de dentes tratados endodonticamente, em oito níveis de tratamento, sendo um controle – dentes hígidos – e sete experimentais: dentes com uma das cristas removida que receberam restauração com compósito odontológico, pino metálico mais compósito e pino de carbono mais compósito; dentes com duas cristas marginais restaurados através de compósito odontológico, pino metálico mais compósito e pino de carbono mais compósito; e dentes com cristas marginais íntegras com acesso endodôntico e restaurados com compósito odontológico. A variável resposta é a resistência à fratura, obtida em 80 unidades experimentais.

### **4.2.2 SELEÇÃO, LIMPEZA E ARMAZENAMENTO DOS DENTES:**

Para a realização da fase experimental desta pesquisa, incisivos centrais superiores, extraídos entre maio de 1997 e agosto de 1998, foram armazenados em solução de formol a 2%, por um período máximo de dois meses. Após esse período,

foram raspados por meio de curetas periodontais<sup>♦</sup>, limpos com jato de bicarbonato de sódio e água<sup>°</sup> e armazenados em água destilada por meio de um umidificador, a 37°C.

Para serem incluídos neste estudo os dentes deveriam apresentar as cristas marginais íntegras, debilitadas por pequenas lesões de cárie ou ainda pequenas restaurações, com pelo menos dois terços de remanescente coronário, no sentido vestibulo-palatino, méso-distal e gengivo-incisal e, ainda, dentes com uma das cristas marginais íntegra e a outra crista nas mesmas condições já descritas.

Foram eliminados os dentes que estavam excessivamente debilitados ou que possuíam lesões classes IV ou V, trincas em esmalte, lesões de erosão/abrasão, além dos dentes com dimensões mais discrepantes. Os 80 dentes foram selecionados e identificados através de algarismos arábicos, para que suas dimensões fossem anotadas.

#### **4.2.3 OBTENÇÃO DAS DIMENSÕES DOS DENTES**

Para que as dimensões dos dentes pudessem ser tomadas de maneira padronizada, receberam marcas de referência nas superfícies radiculares através de uma caneta de retroprojeto<sup>†</sup>, cuja localização foi determinada por um paquímetro

---

<sup>♦</sup> Duflex – SS White Artigos Dentários Ltda. / Juiz de Fora – M.G.

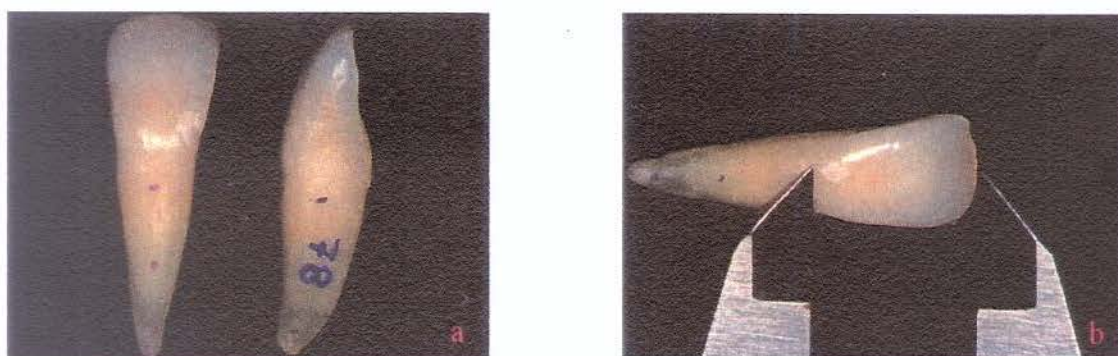
<sup>°</sup> Profi II – Dabi Atlante Ltda. / Ribeirão Preto, S.P.

<sup>†</sup> Pilot S.A.



digital<sup>7</sup>. A primeira marca foi realizada 2 mm abaixo do limite amelo-cementário. A segunda, 2 mm acima do ápice radicular, e a última na metade da distância entre as duas marcas anteriores (Figura 4.1 a). Nesses pontos, foram anotados os diâmetros vestibulo-linguais (VL1, VL2, VL3) e os diâmetros méso-distais (MD1, MD2, e MD3). A seguir, mediu-se o comprimento total dos dentes (CT), o comprimento da coroa (CC) e o comprimento radicular (CR) (Figura 4.1 b) (Anexo1).

Essas medidas foram tomadas para facilitar o método de inclusão dos dentes e para possibilitar a análise de correlação entre resistência à fratura e dimensão dos dentes.



**FIGURA 4.1** – a) numeração dos dentes e marcas realizadas na superfície radicular com caneta de retroprojeto; b) obtenção das medidas comprimento coronário, comprimento radicular e comprimento total do dente, bem como dos respectivos diâmetros radiculares méso-distais e vestibulo-linguais, através de paquímetro digital.

Após a obtenção destas dimensões, os dentes foram distribuídos em 8 grupos experimentais.

<sup>7</sup> Digimess Ind. Com. Ltda. / S.P.

#### **4.2.4 GRUPOS EXPERIMENTAIS**

GRUPO 1 - Dentes com duas cristas marginais removidas, tratamento endodôntico e restauração com sistema adesivo e compósito odontológico;

GRUPO 2 - Dentes com duas cristas marginais removidas, tratamento endodôntico, pino intra-radicular metálico paralelo cimentado com sistema adesivo, agente de fixação resinoso e restaurado com sistema adesivo e compósito odontológico;

GRUPO 3 - Dentes com duas cristas marginais removidas, tratamento endodôntico, pino intra-radicular de fibras de carbono envolvidas em matriz epóxica cimentado com sistema adesivo e agente de fixação resinoso e restaurado com sistema adesivo e compósito odontológico;

GRUPO 4 - Dentes com uma das cristas marginais removida, tratamento endodôntico e restauração com sistema adesivo e compósito odontológico;

GRUPO 5 - Dentes com uma das cristas marginais removida, tratamento endodôntico, pino intra-radicular metálico paralelo cimentado com sistema adesivo e agente de fixação resinoso e restaurado com sistema adesivo e compósito odontológico;

GRUPO 6 - Dentes com uma das cristas marginais removida, tratamento endodôntico, pino intra-radicular de fibra de carbono cimentado com sistema adesivo e agente de fixação resinoso e restaurado com sistema adesivo e compósito odontológico;

GRUPO 7 - Dentes com cristas marginais íntegras, tratamento endodôntico e restauração com sistema adesivo e compósito odontológico;

GRUPO 8 - Dentes íntegros (CONTROLE).

#### **4.2.5 DISTRIBUIÇÃO ALEATÓRIA E SORTEIO DOS DENTES EM GRUPOS**

Dentre os 80 dentes selecionados, 43 possuíam uma ou duas restaurações ou lesões de cárie nas faces proximais. Deste modo, antes do sorteio os dentes foram separados em 3 conjuntos distintos de acordo com a característica dos grupos experimentais: A) dentes hígidos, que poderiam ser sorteados em quaisquer dos grupos; B) dentes com uma das cristas marginais cariadas, que poderiam participar dos grupos 1 a 6; e C) dentes com duas cristas marginais cariadas ou restauradas, que poderiam ser distribuídos apenas entre os grupos 1, 2 e 3.

Em primeiro lugar, foram sorteados os dentes para os grupos 7 e 8. Havia 37 dentes íntegros, de onde foram sorteados 20 dentes, dez para o grupo 7 e dez para

o 8 (controle). Os 17 dentes íntegros restantes foram somados aos 24 dentes com uma crista marginal debilitada, perfazendo um total de 41 dentes, para serem sorteados entre os grupos 4, 5 e 6. Deste sorteio restaram 11 dentes que foram somados aos 19 que possuíam duas cristas marginais debilitadas, perfazendo um total de 30 dentes. Finalmente, esses 30 dentes foram distribuídos, através de sorteio, entre os grupos 1, 2 e 3, totalizando ao final desse passo, 10 dentes por grupo (Anexo 2). A distribuição dos dentes nos 8 grupos e seus respectivos tratamentos estão demonstrados no Anexo 3 (Quadro 8.2 e 8.3).

#### **4.2.6 TRATAMENTO ENDODÔNTICO**

Exceto para o grupo 8, todos os demais grupos receberam tratamento endodôntico pela técnica de instrumentação clássica<sup>14</sup>. Os acessos endodônticos foram realizados com pontas diamantadas esféricas 1032 e tronco-cônicas 3051<sup>1</sup>. Nesta fase, confeccionou-se um desgaste com ponta diamantada 3051 na parede palatina, próximo à incisal dos dentes, possibilitando posterior preparo do canal e inserção dos pinos pré-fabricados paralelamente ao longo eixo do dente (Figuras 4.2 a e b). Os desgastes compensatórios na parede palatina do canal radicular foram adequados através de brocas Batt<sup>1</sup>, com o objetivo de facilitar a instrumentação através de limas endodônticas K-flex<sup>1</sup> da primeira série, com 31 mm de comprimento, e irrigação com

solução de hipoclorito de sódio a 0,5%. Após o preparo químico-mecânico, realizou-se a prova dos cones mestres número 40<sup>1</sup>. Os dentes foram obturados pela técnica da condensação lateral<sup>14</sup>, com espaçadores digitais<sup>1</sup> e cimento de obturação N-Rickert\*. O excesso de obturação foi removido 1 mm além do limite amelo-cementário<sup>19</sup>, através de cureta para dentina n° 2<sup>κ</sup> aquecida, e procedeu-se a uma condensação vertical sobre a obturação. A câmara pulpar foi limpa com bolinhas de algodão embebidas em álcool<sup>56</sup>. Após o tratamento endodôntico, os dentes foram envoltos em gazes umedecidas com água destilada e estocados no umidificador a 37° C.

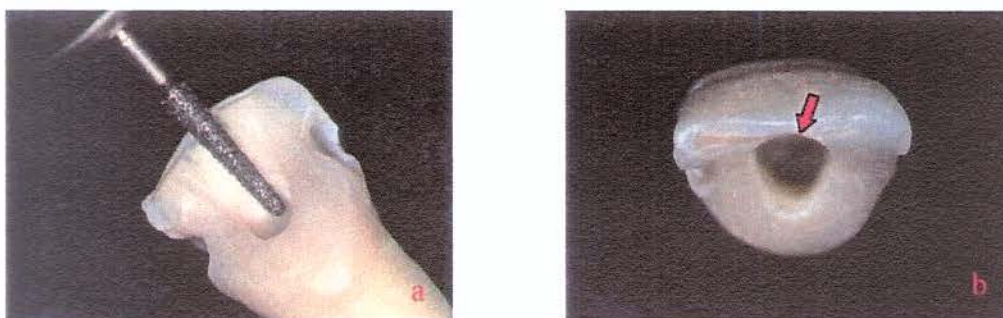
---

<sup>1</sup> KG Sorensen Ind. e Com. Ltda. / Barueri – S.P.

<sup>1</sup> Maillefer - Dentsply / Petrópolis, S.P.

\* Botica Veado D'ouro / Campinas, S.P.

<sup>κ</sup> Duflex – SS White Art. Dent. Ltda. / São José dos Pinhais, P.R.



**FIGURA 4.2** – a) desgaste da parede palatina para cimentação dos pinos pré-fabricados paralelamente ao longo eixo do canal radicular; b) vista incisal do desgaste (seta)

## 4.2.7 EMBUTIMENTO DOS DENTES

### 4.2.7.1 Cobertura das raízes com cera

O objetivo da cobertura com cera 7<sup>β</sup> foi conseguir-se um espaço de 0,2 a 0,3 mm<sup>13</sup> em torno da raiz para ser preenchido por um adesivo, a fim de simular o ligamento periodontal.

Para realizar esse passo, a cera n°7 foi aquecida a uma temperatura padronizada de 77°C, em “banho maria”, através de uma termoplastificadora de godiva<sup>δ</sup> (Figura 4.3a), auxiliada por um termômetro com escala de zero a 100°C<sup>♦</sup>. A parte ativa de um fórceps<sup>μ</sup> foi imerso diversas vezes na cera aquecida até formar um volume de cera onde os dentes eram fixados, evitando a concentração de tensões

<sup>β</sup> Duradent USA – Odonto Com. Import. Ltda./ S.P.

<sup>δ</sup> Righetto e Cia. / Campinas, S.P.

<sup>♦</sup> Incoterm S.A. / S.P.

<sup>μ</sup> Edlo Materiais Odontológicos S.A. / R.S.

sobre a coroa dental (Figura 4.3 b). Fixados ao fórceps, os dentes foram imersos num rápido movimento, cuja trajetória descrevia uma parábola, iniciado pelo ápice radicular. Como os dentes estavam sob temperatura ambiente, a cera se solidificava imediatamente, evitando o escoamento e a formação de camadas irregulares (Figura 4.3 c). Em seguida, os mesmos eram imersos em água fria para que a cera solidificasse completamente e não sofresse deformações durante a tomada das medidas nos três pontos previamente marcados, através do paquímetro digital (Anexo 1). Se a cobertura fosse insuficiente ou excessiva, a cera era removida com água a 60°C e o procedimento repetido até se conseguir a espessura ideal. Através da figura 4.3 d é possível verificar a homogeneidade da camada de cera conseguida para todos os dentes.

#### **4.2.7.2 Inclusão dos dentes**

Os dentes foram fixados a um delineador por meio de uma broca Gates Glidden<sup>1</sup>, que penetrava pela abertura endodôntica dos dentes tratados endodonticamente ou era fixada através de cera pegajosa aos dentes hígidos.

Após ser fixado ao delineador<sup>v</sup>, a mesa móvel - platina - foi fixada perpendicularmente ao longo eixo do dente, utilizando-se um esquadro (Figura 4.4 a). Sobre a platina foi adaptada uma peça metálica cilíndrica, com perfuração de 12 mm

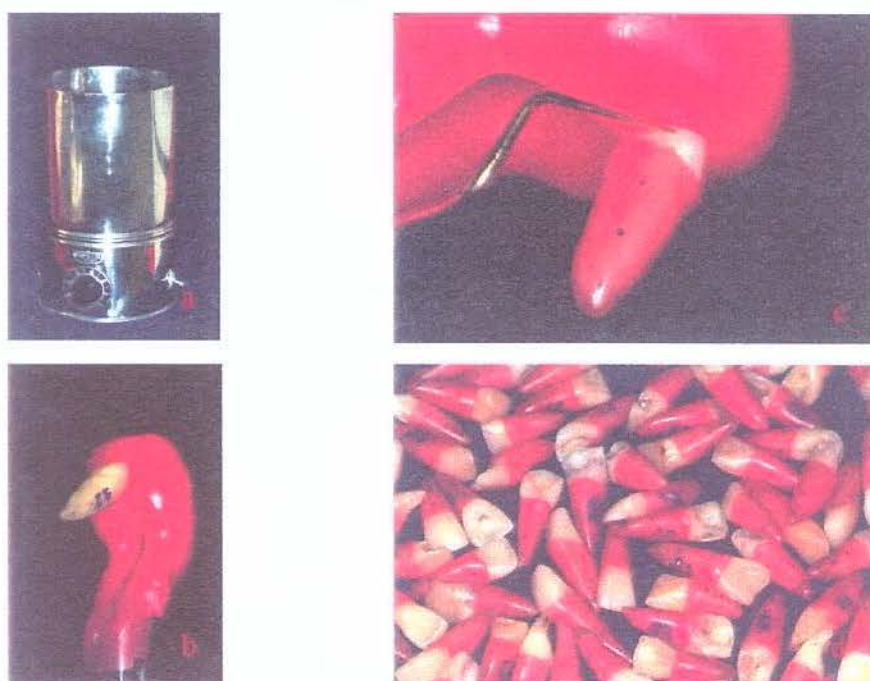
---

<sup>1</sup> Maillefer – Dentsply Ind. com. Ltda. / Petrópolis, R.J.

<sup>v</sup> Bio Art – Art Equipamentos Ltda. / São Carlos, S.P.



de diâmetro por 30 mm de profundidade. Sobre este conjunto foi posicionada uma película radiográfica com uma perfuração central, medindo 5 mm de diâmetro (Figura 4.4 b). Com a haste vertical móvel do delineador a raiz do dente foi posicionada dentro desta última perfuração, de modo que a marca feita previamente sobre a raiz, 2 mm abaixo do limite amelo-cementário<sup>44</sup>, coincidissem com a película radiográfica, onde o dente era fixado por meio de cera pegajosa (Figura 4.4 c). O excesso de cera foi removido com lâmina de bisturi nº 15°.



**FIGURA 4.3** – a) termoplastificadora de godiva, utilizada para manter a temperatura da cera constante; b) para a apreensão dos dentes, um fórceps 151 foi imerso diversas vezes em cera aquecida para formar um volume deste material, onde o dente era fixado c) após a imersão, o dente sendo destacado da cera com uma espátula metálica. d) dentes cujas raízes receberam camada uniforme de cera 7.

\* Feather Safety Razor Co. USA.

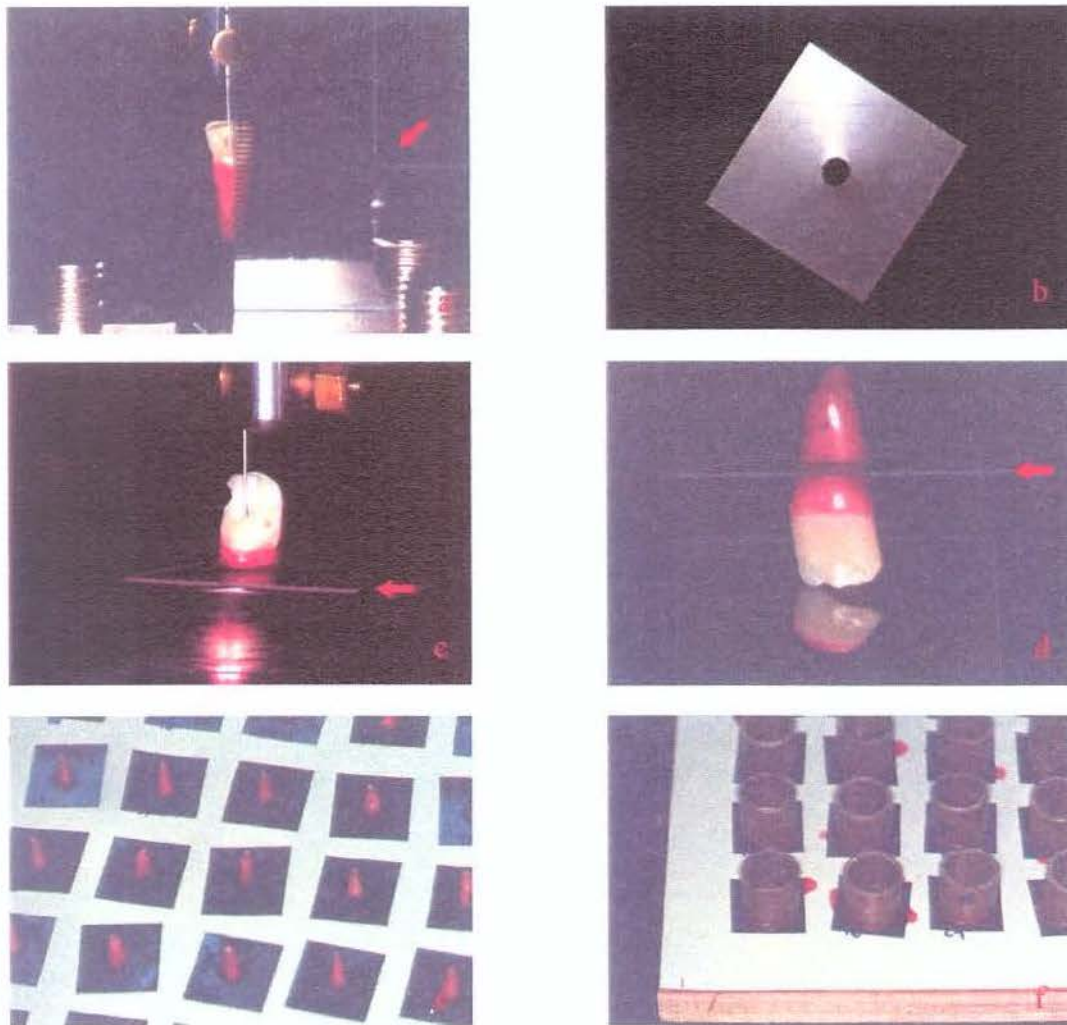


Após a fixação do dente à película radiográfica (Figura 4.4 d), este conjunto foi removido do delineador e posicionado sobre uma mesa dotada de perfurações, com a sua porção radicular voltada para cima (Figura 4.4 e). Um anel de PVC<sup>π</sup> com 21 mm de diâmetro e 20 mm de altura foi posicionado em torno da raiz de maneira que esta ficasse centralizada. As margens do anel de PVC foram vedadas com cera 7 aquecida para evitar o escoamento do material de inclusão (Figura 4.4 f). Resina de poliestireno foi vertida no anel de PVC que continha a raiz até o seu total preenchimento.

Decorridas 4 horas da inclusão, o conjunto foi retirado da mesa perfurada, removendo-se também a película radiográfica através de uma lâmina de bisturi. Com água aquecida a 50° C, os dentes foram removidos dos alvéolos artificiais, para em seguida serem limpos com de jato de bicarbonato de sódio e água. Posteriormente, os dentes foram polidos com pedra-pomes e escovas Robinson, para eliminar os resíduos de cera 7 (Figura 4.5 a).

---

<sup>π</sup> Tigre S.A. / Joinville – S.C.



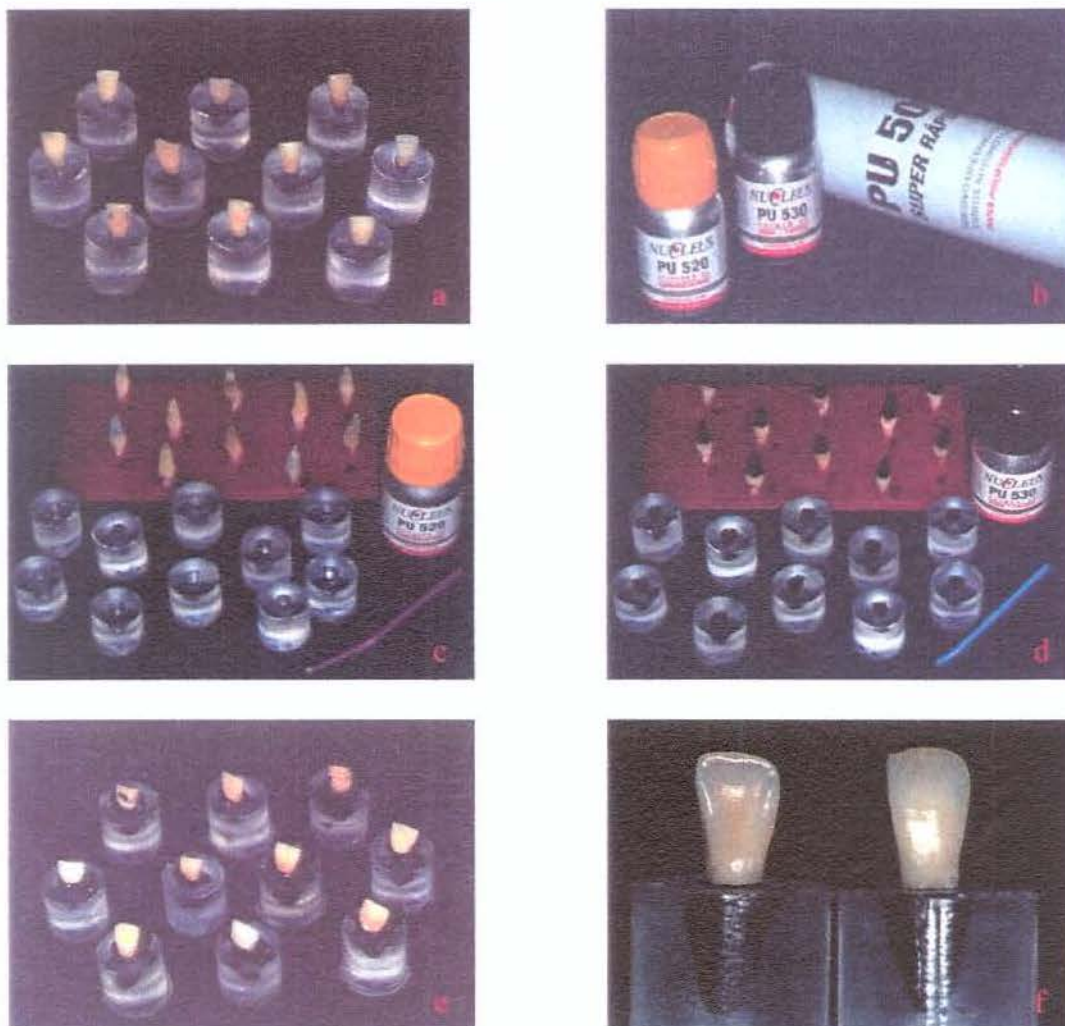
**FIGURA 4.4** – a) dente fixado ao delineador para que a platina fosse ajustada perpendicularmente ao seu longo eixo, com auxílio de um esquadro (seta); b) película radiográfica com perfuração central; c) película radiográfica (seta) posicionada sobre uma base metálica onde o dente era fixado através de cera pegajosa; d) dente fixado à película radiográfica (seta), dois milímetros abaixo do limite amelo-cementário; e) conjunto dente-película sobre uma mesa dotada de perfurações, com o ápice radicular voltado para cima; f) cilindros de PVC posicionados concentricamente em relação à raiz dos dentes.

#### **4.2.7.3 Fixação dos dentes e simulação do ligamento periodontal**

Para a fixação dos dentes e a simulação do ligamento periodontal<sup>19,25,58,33</sup>, optou-se por utilizar um adesivo à base de uretano<sup>9</sup> para vidros automotivos (Figura 4.5 b). Antes da aplicação do adesivo PU-501, as superfícies radiculares e da resina poliestirênica receberam a aplicação do “primer” a base de ethanol PU-520 e do adesivo fluido a base de uretano PU-530, da mesma marca comercial (Figura 4.5 c e d). Dez minutos após este passo, o adesivo PU-501 foi inserido no alvéolo artificial através de uma espátula e também pincelado sobre a raiz. O dente foi introduzido no bloco de resina até a marca de 2 mm abaixo do limite amelo-cementário coincidir com a sua superfície. Este cuidado foi tomado para se conseguir uma espessura homogênea do adesivo (Figura 4.5 e). Além disso, havia uma marca sobre os blocos de resina poliestirênia indicando a posição da face vestibular dos dentes, confeccionada com caneta de retroprojektor. Após a polimerização deste adesivo, os excessos cervicais foram removidos com uma lâmina de bisturi e os dentes foram preparados de acordo com os grupos experimentais (Figura 4.5 f).

---

<sup>9</sup> PU-501 / Núcleus Duplex– SEM TOGO, Sweeden – Import. e distrib. Dinol AB. / S.P.



**FIGURA 4.5** – a) dentes posicionados sobre os blocos de resina após a remoção da cera; b) adesivo de poliuretano utilizado para obtenção do ligamento periodontal artificial; c) dentes fixados em placa de cera utilidade para aplicação do “primer” PU-520; d) aplicação do adesivo fluido PU-530; e) aplicação do adesivo PU-501 e posicionamento dos dentes nos alvéolos artificiais; f) removidos os excessos do adesivo, visualiza-se o aspecto final dos dentes incluídos em resina poliestirênica.

#### 4.2.8 PREPARO CAVITÁRIO

Para se padronizar os preparos cavitários foi selecionado o dente com maior grau de destruição, já que parte dos dentes apresentava pequenas lesões de cárie ou restaurações classe III. Os desgastes foram realizados através de uma ponta diamantada cilíndrica 3097<sup>λ</sup> em alta rotação e sob irrigação com água.

Em primeiro lugar, foram realizados sulcos de orientação nas superfícies proximais do dente, desgastando da face vestibular à palatina. Os sulcos foram confeccionados com uma profundidade semelhante ao diâmetro da broca e foram unidos posteriormente para dar forma às caixas mesial e/ou distal. Em seguida, a broca foi posicionada paralelamente à face palatina, unindo-se as caixas proximais à cavidade endodôntica, onde a sua profundidade coincidia com o teto da câmara pulpar.

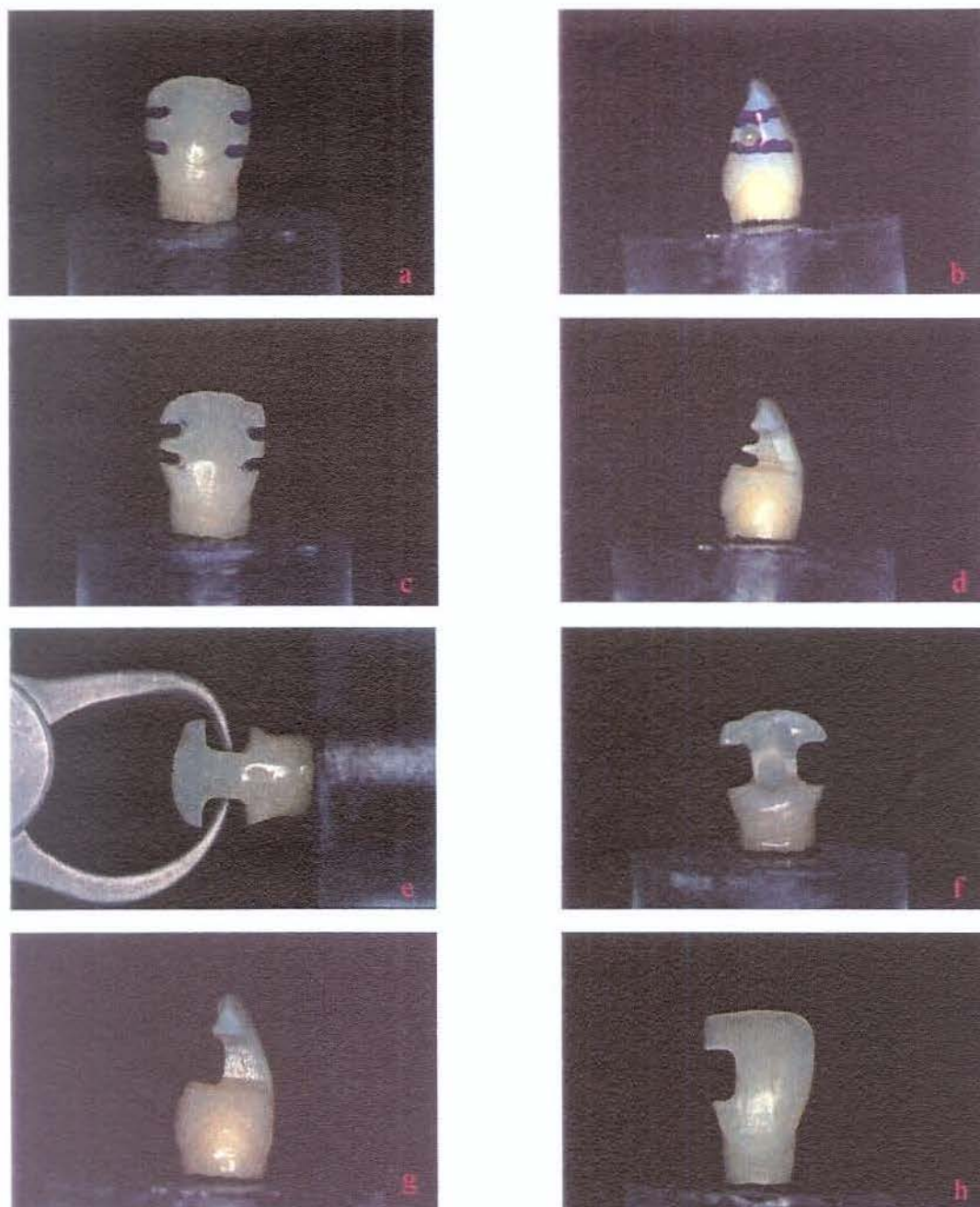
Após a remoção das cristas marginais, o remanescente foi medido com um espessímetro nos sentidos vestibulo-palatino, gengivo-incisal e méso-distal, para que fosse conferida a proporção de desgaste coronário. O desgaste no sentido méso-distal seguiu a proporção de 3/10 da largura original de cada lado da coroa dental e de 2/4 no sentido cervico-incisal. A espessura da parede axial foi determinada numa proporção de desgaste de 3/5 da espessura vestibulo-palatino, tomando como

referência o ponto de maior espessura, ou seja, o equador dental. A partir deste modelo, os demais dentes sofreram desgastes semelhantes, seguindo as mesmas proporções.

Logo, para cada dente o remanescente dental era proporcional ao tamanho da sua coroa, evitando o desgaste excessivo em dentes de coroa clínica curta e de menor diâmetro, bem como menor desgaste em coroas dentárias com dimensões maiores.

A seqüência do preparo cavitário está exemplificado na figura 4.6, de a até h.





**FIGURA 4.6** – a e b) linhas de orientação para auxiliar na realização do preparo cavitário; c e d) canaletas de orientação confeccionadas através de ponta diamantada; e) aferição da espessura do remanescente dental após o preparo cavitário através de paquímetro digital; f) preparo cavitário finalizado em um dente com duas cristas marginais removidas, vista da face palatina; g) preparo finalizado, vista da face mesial; h) preparo cavitário em um dente com uma das cristas marginais removidas.

#### 4.2.9 PROCEDIMENTO RESTAURADOR

A seqüência restauradora, exceto para o grupo 8, foi definida através de sorteio e realizado de acordo com as características estabelecidas para cada grupo experimental.

Para realizar as restaurações, 80 dentes foram divididos aleatoriamente em dez blocos, contendo um dente de cada grupo, totalizando oito tratamentos diferentes. A seqüência de restauração dentro dos blocos foi determinada por sorteio, e restaurou-se um bloco por dia (Anexo 4).

Previamente à realização das restaurações, mediu-se a potência do fotopolimerizador Degulux<sup>p</sup> através de um radiômetro<sup>t</sup>, que marcou 650 mW/cm<sup>2</sup>. O tempo de polimerização adotado foi de 40 segundos por incremento de aproximadamente 2 mm.

Os dentes de cada grupo foram restaurados conforme o protocolo apresentado a seguir:

GRUPOS 1 e 4 - Após a profilaxia do dente com pedra-pomes e água, realizou-se, segundo determinação do fabricante, condicionamento ácido do esmalte e dentina com gel de ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos. O preparo cavitário foi lavado

---

<sup>p</sup> Degussa S.A. Divisão Dental / Guarulhos, S.P.



abundantemente durante 20 segundos e foi secado levemente, sem desidratar a dentina, através de pequenos discos papel absorvente na porção coronária e através de cones de papel<sup>v</sup> na entrada do canal radicular. O “primer” do sistema Scotchbond Multi-Use Plus<sup>α</sup> foi aplicado sobre esmalte e dentina por 10 segundos e secado suavemente por 5 segundos com jatos de ar. Em seguida, uma camada do agente de união foi aplicada através dos pincéis Microbrush<sup>ψ</sup> e polimerizada por 10 segundos em cada face, através de uma fonte de luz. A restauração foi iniciada pela câmara pulpar, através de pequenos incrementos de resina composta na cor A2<sup>β</sup>, com aproximadamente 2 mm de espessura, polimerizando-se cada incremento por 40 segundos. A face palatina foi completamente restaurada e, por último, a face proximal, polimerizando os incrementos com a mesma fonte de luz. Os excessos de resina foram imediatamente removidos com uma lâmina de bisturi nº 15.

GRUPOS 2 e 5 - Após profilaxia do dente com pedra-pomes e água, em baixa rotação, conferiu-se o comprimento total do dente (Anexo 1) e desobturou-se o canal radicular, mantendo aproximadamente 5 mm de selamento endodôntico<sup>58</sup>. Para

---

<sup>†</sup> Demetron Inc. USA.

<sup>v</sup> Tanari – Tanariman Ind. Ltda. / S.P.

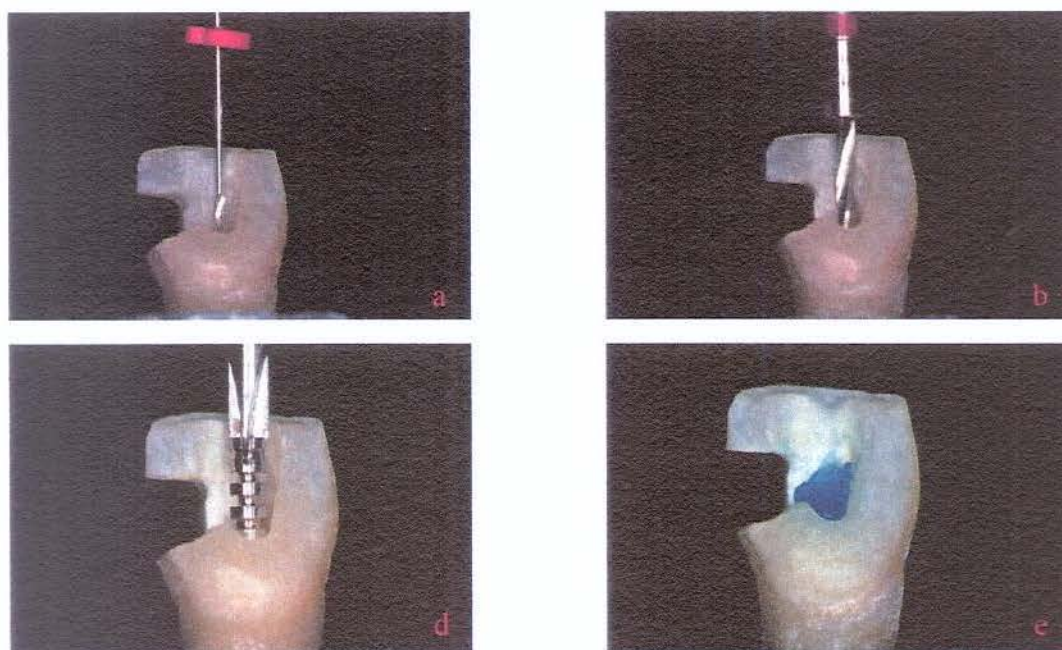
<sup>α</sup> 3M do Brasil. / Sumaré, S.P.

<sup>ψ</sup> Microbrush Corporation USA. – Distrib. por KG Sorensen Ind. Com. Ltda. / Barueri, S.P.

<sup>β</sup> Z 100 – 3M do Brasil / Sumaré, S.P.

remover a guta percha foram utilizadas as brocas Gates Glidden<sup>υ</sup> números 2 e 4 até o comprimento determinado, limitado por cursores de borracha (Figura 4.7 a).

Selecionou-se o pino número 1 do sistema de ancoragem intraradicular Flexy-post<sup>δ</sup>, cuja broca correspondente foi inserida no canal radicular até o comprimento determinado num único movimento, evitando-se alargar excessivamente o preparo (Figura 4.7 b). A broca que confecciona o batente vertical não foi utilizada, pois a entrada do canal possuía um diâmetro maior que as dimensões da mesma.



**FIGURA 4.7 – a)** desobturação do canal radicular; **b)** preparo do canal radicular com broca do sistema Flexy-post; **c)** prova do pino e confecção das roscas no canal radicular; **d)** condicionamento ácido total do canal radicular.

<sup>υ</sup> Maillefer – Dentsply Ind. Com. Ltda. / Petrópolis, R.J.

<sup>δ</sup> Essential Dental Systems Inc., USA – E.D.S. do Brasil / S.P.

Para remoção dos restos de cimento obturador, o canal radicular foi limpo com uma lima envolta em algodão embebido em álcool<sup>56</sup>, lavado com água e secado com jatos de ar. O pino foi testado no canal através da chave de inserção, onde a cada volta retrocedia-se  $\frac{1}{4}$  para diminuir as tensões sobre a dentina<sup>48</sup> (Figura 4.7 c). Removeu-se o pino e o canal foi novamente lavado para remover raspas de dentina resultantes da inserção do pino.

Após ser secado com cones de papel, o canal foi condicionado com ácido fosfórico a 35% durante 15 segundos (Figura 4.7 d) e lavado durante 15 segundos com água. O excesso de água foi removido através de cones de papel absorvente (Figura 4.8 a), mantendo a dentina úmida e evitando o colapso das fibras colágenas.

Através de escovas Microbrush, foram aplicados o ativador e depois o “primer” do sistema adesivo Scotchbond Multi-uso Plus ao canal radicular. Os excessos do ativador e do “primer” foram removidos com pontas de papel absorvente, aguardando 20 segundos para volatilização do solvente. Procedeu-se a aplicação do catalisador ao canal e seu excesso foi removido como anteriormente descrito. O pino também foi condicionado com ácido fosfórico a 35%, por 30 segundos, com o objetivo de limpar sua superfície. Em seguida, o pino foi lavado e secado para receber o catalisador do mesmo sistema adesivo.

Para se realizar o proporcionamento do agente de fixação resinoso Opal, foram utilizadas duas seringas de insulina, uma para a pasta-base e outra para a pasta

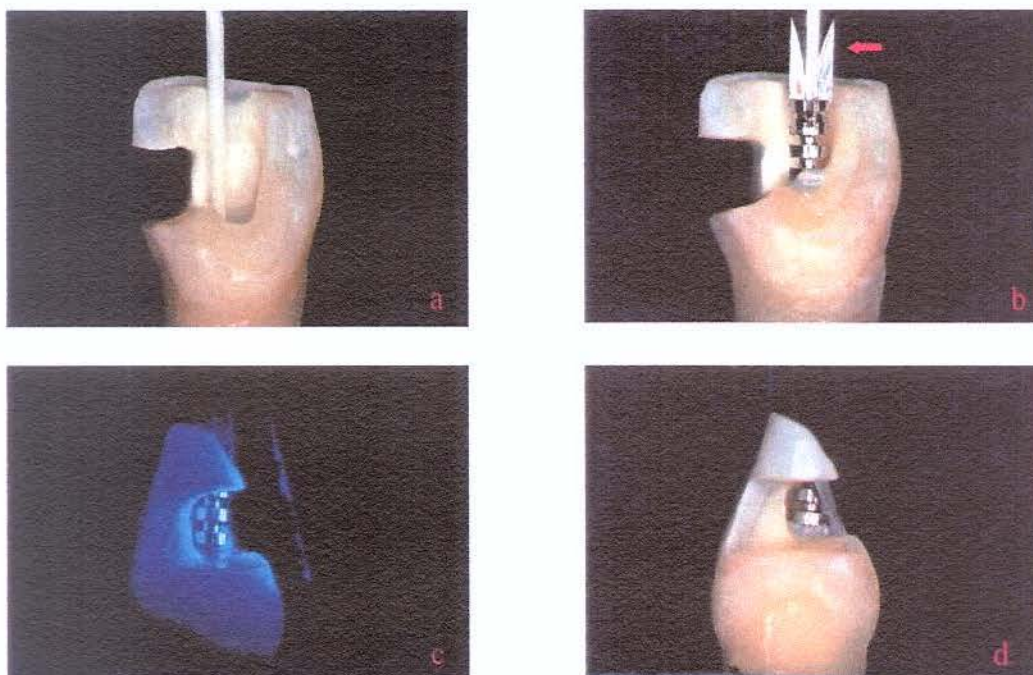
catalisadora. A parte da seringa onde se posiciona a agulha foi removida através de um disco de carborundo<sup>ψ</sup> e o êmbolo posicionado 2 mm aquém da extremidade seccionada. Estes recipientes eram preenchido pelas pastas, proporcionando-as em partes iguais. O agente de cimentação resinoso foi espatulado e rapidamente conduzido ao canal com uma broca lentulo, em baixa rotação. O pino foi introduzido no canal radicular, retrocedendo um quarto de volta a cada volta completa, para diminuir a pressão hidrodinâmica do cimento resinoso durante a sua inserção (Figura 4.8 b). O excesso do agente de cimentação foi removido e fotopolimerizado por 60 segundos (Figura 4.8 c).

O pino foi cortado somente 10 minutos após a sua cimentação, aproximadamente na metade cérvico-incisal da coroa dental. Após o corte horizontal, o pino foi desgastado obliquamente acompanhando o plano inclinado da face palatina<sup>19</sup>, através de ponta diamantada 3097 (Figura 4.8 d).

Depois da cimentação do pino, procedeu-se ao condicionamento ácido total em esmalte e dentina, aplicando-se “primer” e adesivo e restaurando-se o dente através de compósito odontológico, seguindo a técnica descrita anteriormente para os grupos 1 e 4.

---

<sup>ψ</sup> Dentorium Int. Inc., USA. – Imp. e distrib. por Whilcos do Brasil Ind. e Com. / S.P.



**FIGURA 4.8** – a) remoção do excesso de umidade do canal radicular através de cone de papel absorvente; b) cimentação do pino metálico Flexy-post através de chave de inserção (seta); c) fotopolimerização do cimento com a chave em posição; d) visão da face proximal, após a secção do pino, que seguiu a inclinação da face palatina do dente.

GRUPOS 3 e 6 - Após profilaxia do dente com pedra-pomes e água, em baixa rotação, conferiu-se o comprimento total do dente (Anexo 1) e desobturou-se o canal radicular mantendo aproximadamente 5 mm de selamento endodôntico. Para remover a guta percha foram utilizadas as brocas Gates Glidden números 2 e 4 até o comprimento determinado, limitadas por cursores (Figura 4.9 a).



Selecionou-se o pino número 1 do sistema de fixação intra-radicular C-Post<sup>∞</sup>, que possui o mesmo diâmetro do pino metálico previamente utilizado. A primeira broca do sistema foi introduzida no canal, alargando-o levemente (Figura 4.9 b). A segunda broca foi inserida ao canal em um único movimento (Figura 4.9 c). O pino foi provado e recebeu uma marca com caneta de retroprojctor na altura onde deveria ser cortado (Figura 4.9 d). O corte, no sentido transversal, foi realizado através de um disco de diamante de dupla face<sup>†</sup>, para se adaptar à inclinação da face palatina (Figura 4.9 e). Conforme instruções do fabricante, a superfície do pino de fibras de carbono foi desbastada através de uma ponta de diamantada<sup>†</sup>, em baixa rotação. O canal foi limpo com álcool para remover resíduos de eugenol provenientes do cimento endodôntico, lavado com água e secado com jatos de ar e pontas de papel.

Após a secagem, o canal foi condicionado com ácido fosfórico a 35% durante 15 segundos e lavado com jatos de água durante 15 segundos. O excesso de água foi removido com cones de papel absorvente. Através de pincéis microbrush, o ativador e depois o “primer” do sistema adesivo Scotchbond Multi-uso Plus umedeceram o canal. Os excessos desses líquidos foram removidos com pontas de papel absorvente, seguido da aplicação do catalisador ao canal radicular. O pino também foi condicionado com ácido fosfórico a 35% por 30 segundos, com o objetivo

---

<sup>∞</sup> Bisco Inc., USA – Mosaner Com. Import. Ltda. / S.P.

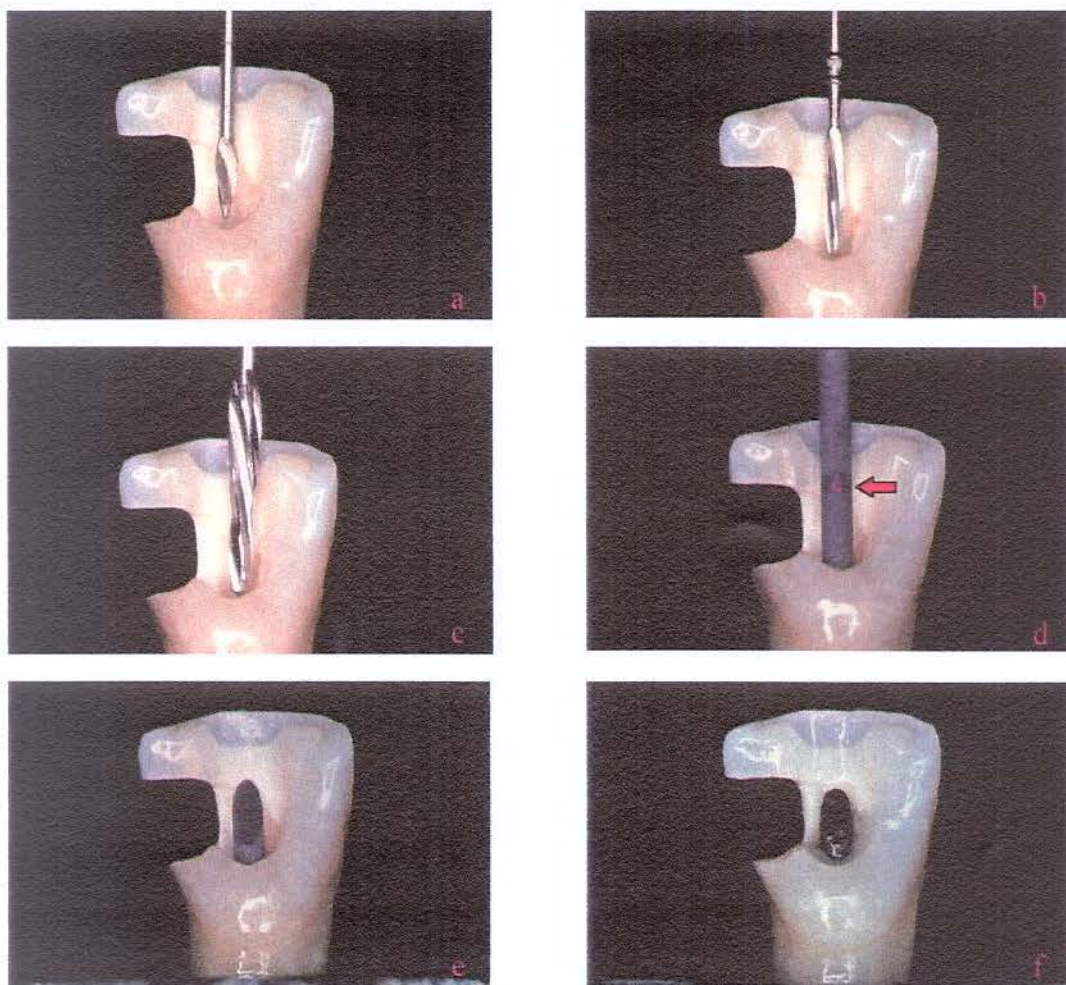
<sup>†</sup> Hopf, Ringlebe & Coombh, USA. – Distrib. por Whilcos do Brasil Ind. Com. / S.P.

de limpar sua superfície. O pino foi lavado e secado, recebendo o catalisador do mesmo sistema adesivo.

O agente de cimentação Opal, apresentado em bisnagas de pasta base e catalizadora, foi proporcionado através de duas seringas de insulina modificadas, como descrito para os grupos 2 e 5, espatulado e rapidamente levado ao canal através de uma broca lentulo em baixa rotação. O pino de carbono foi apreendido com uma pinça clínica e inserido passivamente ao canal radicular (Figura 4.9 f). O excesso do agente de cimentação foi removido e fotopolimerizado por 60 segundos. O dente foi restaurado com compósito odontológico, conforme descrito anteriormente para os grupos 1 e 4, tomando-se o cuidado de adaptar a primeira camada do material em torno do pino.

GRUPO 7 - Restauração da câmara pulpar com sistema adesivo e compósito odontológico, seguindo-se as instruções do fabricante, como foi descrito para os grupos 1 e 4.

Após serem restaurados, os dentes foram novamente estocados em umidificador a 37° C.



**FIGURA 4.9** – a) desobturação do canal radicular com broca Gates Glidden; b) alargamento do canal com broca Peezo que acompanha o sistema C-post; c) preparo do canal com a segunda broca do sistema; d) prova do pino de carbono e marca (seta) para realização da secção do pino; e) segunda prova do pino para conferir a altura do corte; f) pino de carbono cimentado através de agente de fixação resinoso.



#### 4.2.10 PROCEDIMENTO DE ACABAMENTO E POLIMENTO

Os procedimentos de acabamento foram realizados com pontas diamantadas FF<sup>®</sup>, em alta rotação, sob refrigeração ar/água, para remoção dos excessos de compósito.

O polimento das restaurações foi realizado através de discos de óxido de alumínio seqüenciais Sof-Lex<sup>α</sup>, de granulação média, fina e extra-fina, em baixa rotação (Figura 4.10 a e b).



**FIGURA 4.10** – a) visualização da restauração concluída e polida, face palatina; b) dente após polimento, face vestibular.

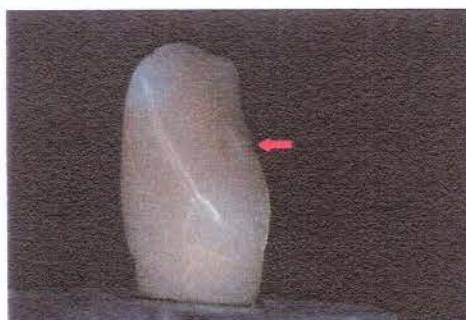
#### 4.2.11 CONFECÇÃO DOS NICHOS PALATINOS

Nichos foram confeccionados no centro da face palatina dos dentes para fornecer um apoio à ponta metálica, para que a mesma não deslizesse durante a aplicação do carregamento tangencial de compressão (Figura 4.11).

<sup>®</sup> KG Sorensen Ind. Com. Ltda. / Barueri, S.P.

<sup>α</sup> 3M do Brasil / Sumaré, S.P.

O nicho foi confeccionado com uma ponta diamantada 3022<sup>†</sup> de 2,3 mm de diâmetro, em baixa rotação, com o cuidado de não atingir a superfície do pino intraradicular.



**FIGURA 4.11** - Visualização do nicho palatino (seta), confeccionado para localizar a ponteira metálica da Máquina Universal de Ensaaios.

#### **4.2.12 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA**

Para a realização do ensaio de resistência à fratura, foi utilizado um suporte metálico em aço inoxidável - 70 mm de altura por 70 mm de base, que possui um plano inclinado de 45° em relação à sua base. Este plano inclinado possui em sua porção central uma cavidade cilíndrica com 21 mm de diâmetro por 20 mm de profundidade. Esse suporte foi idealizado para que o carregamento fosse aplicado num ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente<sup>30</sup>. O suporte metálico foi apreendido por uma morsa coordenada<sup>®</sup>, fixando-o firmemente para não sofrer

<sup>†</sup> KG Sorensen Ind. e Com. Ltda. / Barueri, S.P.

<sup>®</sup> Brace S.A. / S.P.

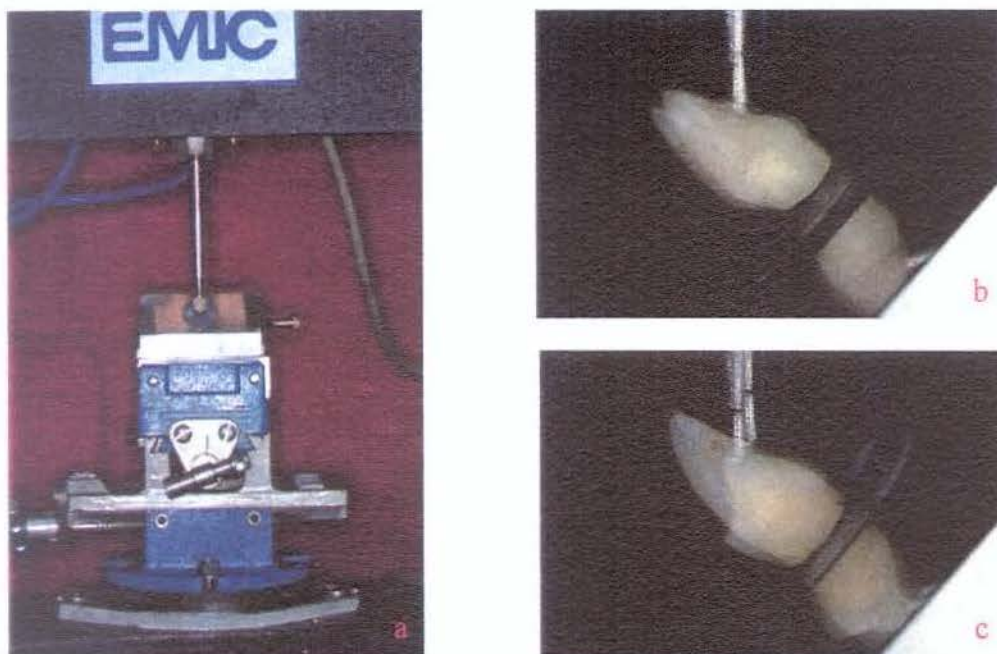
deslocamentos durante o teste. Esta morsa também facilitou o posicionamento espacial do dente em relação à ponta metálica durante a aplicação do carregamento tangencial de compressão (Figura 4.12 a).

Na cavidade da base metálica foi adaptado o bloco de resina contendo o dente, com a superfície palatina voltada para a ponta ativa da Máquina Universal de Ensaio\*, onde foi aplicado o carregamento tangencial de compressão, a uma velocidade de 0,5 mm/min<sup>24,26,32,34,38</sup> (Figura 4.12 b e c). Os resultados obtidos foram expressos em quilograma-força - Kgf (Anexo 5).

Somente 76 dentes foram submetidos ao teste de resistência à fratura, pois 4 foram perdidos durante as fases de inclusão e preparo cavitário. Durante a aplicação do carregamento de compressão, mais dois dentes foram perdidos devido à fratura do bloco de resina poliestirênica. Deste modo, foram registrados apenas 74 valores da variável resistência à fratura.

---

\* DL 500 – EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. / São José dos Pinhais, P.R.



**FIGURA 4.12** – a) visualização do aparato utilizado para a fixação e posicionamento dos corpos de prova submetidos ao teste de resistência à fratura, em uma Máquina Universal de Ensaio; b) dupla exposição fotográfica demonstrando a movimentação permitida pelo ligamento periodontal artificial; c) dupla exposição fotográfica realizada no momento em que o dente sofreu fratura coronária e radicular.

#### 4.2.13 ANÁLISE DO PADRÃO DE FRATURA

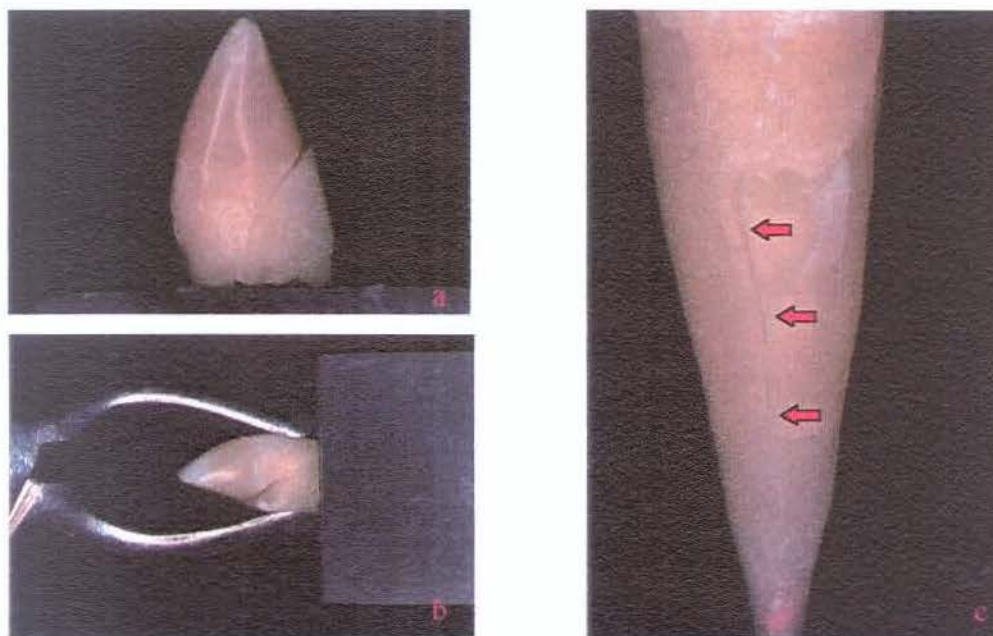
Para que fosse possível identificar o padrão de fratura, todos os dentes foram removidos dos blocos de resina, através de um fórceps nº 150<sup>#</sup> (Figura 4.13 a e b). O ligamento periodontal artificial que cobria as raízes foi raspado através de curetas periodontais<sup>\*</sup>. Após a completa limpeza das raízes, foram observadas as linhas de fratura ou trincas, classificando-as em longitudinais ou transversais. As últimas poderiam ser divididas de acordo com a localização em terço cervical, médio ou

<sup>#</sup> Edlo Ind. e Com. Ltda. / R.S.

<sup>\*</sup> Duflex – SS White Art. Dent. Ltda. / Juiz de Fora, M.G.



apical da raiz (Anexo 6). Realizada essa classificação, esses dados foram tabulados (Tabela 8.1 e 8.2 / Anexo 7) para posterior análise de médias percentuais, associando-se os grupos que receberam o mesmo tratamento restaurador.



**FIGURA 4.13 – a)** dente fraturado após o teste de resistência à fratura; **b)** dente sendo removido do alvéolo artificial através de um fórceps; **c)** visualização de uma fratura longitudinal (setas).

#### 4.2.14 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

A análise estatística<sup>15</sup> foi realizada seguindo um delineamento inteiramente aleatorizado<sup>9</sup> em 8 níveis, sendo 1 controle e 7 experimentais: 3 grupos cujos dentes possuíam duas cristas marginais removidas, restaurados com compósito, resina associada a pinos metálicos e resina associada a pinos de carbono; os outros 3 grupos possuíam apenas uma das cristas marginais removidas e receberam os mesmos tratamentos descritos; e um grupo com cristas marginais íntegras e acesso endodôntico conservador (Tabela 4.1).

**TABELA 4.1** – Delineamento estatístico para a resistência à fratura dos dentes com uma ou duas cristas marginais removidas, tratados endodonticamente e restaurados com resina composta, com ou sem pinos intra-radiculares.

| CV         | G.L. |
|------------|------|
| TRATAMENTO | 7    |
| RESÍDUO    | 67   |
| TOTAL      | 74   |

<sup>9</sup> The S.A.S. Systems, USA., 1997.

## RESULTADOS

---

## 5 RESULTADOS

Os dados obtidos no ensaio de resistência à fratura foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), cujo resultado é apresentado na tabela 5.1.

**TABELA 5.1** - Análise de variância para a variável resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

| Causa da Variação                   | Graus de Liberdade | Soma dos Quadrados | Quadrados Médios | F    | PR>F  |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|------|-------|
| Tratamento                          | 7                  | 3540.80071         | 505.82867        | 0.96 | 0.699 |
| Resíduo                             | 67                 | 35424.94972        | 528.73059        |      |       |
| <b>Total</b>                        | <b>74</b>          | <b>38965.75043</b> |                  |      |       |
| Coeficiente de variação = 24,83412% |                    |                    |                  |      |       |

A análise de variância apresentou um F igual a 0,96, não significativa ao nível de 5% de probabilidade. Para melhor evidenciar os resultados desta análise foi aplicado o Teste de Comparação Múltipla de Duncan,  $\alpha = 0,05$ , apresentado na tabela 5.2.



**TABELA 5.2** - Comparação das médias dos grupos experimentais através do teste Duncan, para a variável resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

| Grupos           | Tratamento              | Repetições | Média  | D.P.  | Duncan* |       |       |
|------------------|-------------------------|------------|--------|-------|---------|-------|-------|
| G8               | Íntegros                | 9          | 101.80 | 27.81 | a       |       |       |
| G1               | 2 cristas/resina        | 9          | 99.09  | 18.57 | a       |       |       |
| G7               | Acesso endod./resina    | 10         | 96.33  | 27.03 | a       |       |       |
| G5               | 1 crista/pino metálico  | 9          | 93.76  | 6.198 | a       |       |       |
| G6               | 1 crista/pino carbono   | 10         | 93.33  | 31.23 | a       |       |       |
| G3               | 2 cristas/pino carbono  | 8          | 91.88  | 15.98 | a       |       |       |
| G4               | 1 crista/resina         | 10         | 83.50  | 26.76 | a       |       |       |
| G2               | 2 cristas/pino metálico | 9          | 80.45  | 15.89 | a       |       |       |
| TOTAL            |                         | 74         | 92.51  | 21.18 |         |       |       |
| Número de médias | 2                       | 3          | 4      | 5     | 6       | 7     | 8     |
| DMS              | 21.26                   | 22.37      | 23.10  | 23.63 | 24.04   | 24.37 | 24.65 |
| Duncan           | $\alpha = 0,05$         |            |        |       |         |       |       |

\* Letras iguais indicam semelhança estatística ao nível de 0,05 de probabilidade.

O teste de Duncan demonstrou que não existe diferença estatística entre os grupos experimentais em relação à resistência à fratura, mesmo quando comparados ao grupo controle (dentes íntegros). Estes resultados estão ilustrados na figura 5.1.

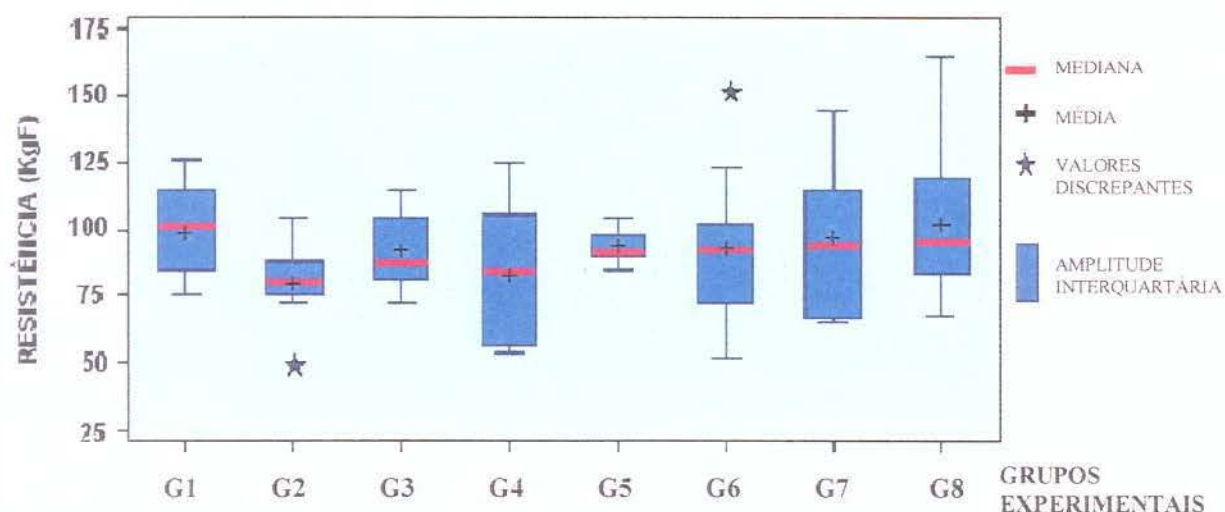


FIGURA 5.1 - Gráfico Box-plot, onde se observa a média dos valores, mediana e amplitude interquartilica (faixa de concentração de 50% dos valores da variável resposta – Resistência à fratura) para os grupos experimentais.

Foi traçada uma curva de distribuição normal da variável resposta para se comprovar a homogeneidade da freqüência dos valores de resistência à fratura, que pode ser confirmada na figura 5.2..

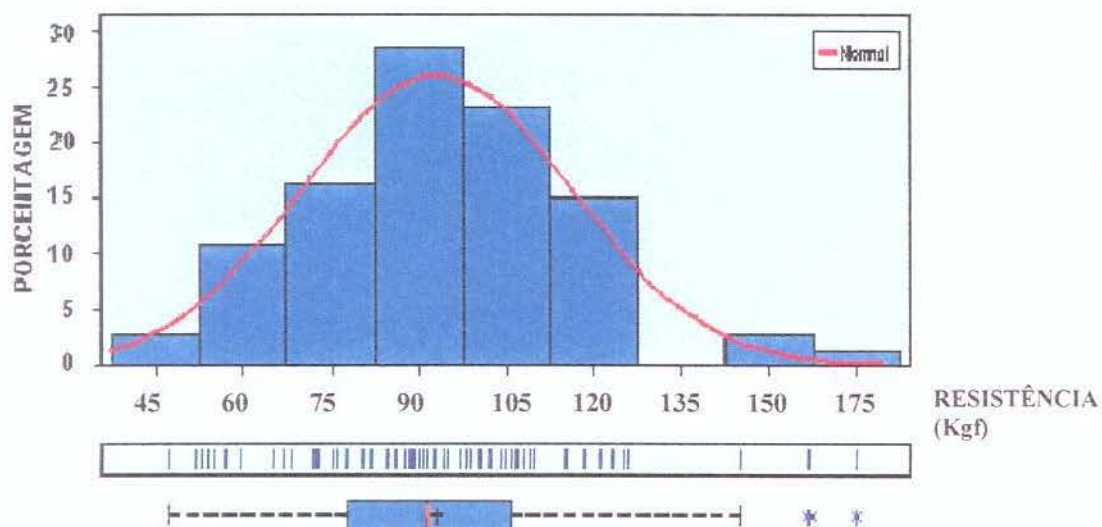


FIGURA 5.2 - Distribuição normal de variável resposta. Observada em quatro representações gráficas: gráfico de distribuição de freqüência (histograma), curva normal, gráfico de pontos e gráfico Box-plot.

Além da ANOVA e teste Duncan, foi realizada uma avaliação por contraste, através do teste F de SNEDECOR, a fim de comparar os grupos restaurados com compósito *versus* pinos metálicos e compósito; compósito *versus* pinos de carbono e compósito; e pinos metálicos e compósito *versus* pinos de carbono e compósito, independente da presença das cristas marginais (Tabela 5.3)

**TABELA 5.3:** Resultados do teste F de Snedecor para as comparações por contraste, relacionado à variável resposta – Resistência à fratura.

| Contraste                                  | G.L. | Quadrado<br>Médio | F    | Pr>F   |
|--|------|-------------------|------|--------|
| G1+G4 x G2+G5                              | 1    | 161.837213        | 0.31 | 0.5819 |
| G1+G4 x G3+G6                              | 1    | 15.744365         | 0.03 | 0.8635 |
| G2+G5 x G3+G6                              | 1    | 270.298075        | 0.51 | 0.4771 |
| <b>Snedecor <math>\alpha = 0,05</math></b> |      |                   |      |        |

G1+G4 - Grupos restaurados com resina composta

G2+G5 - Grupos restaurados com pino metálico mais resina composta

G3+G6 - Grupos restaurados com pino de carbono mais resina composta

Observando a tabela 5.3, verifica-se que não houve diferença estatística,  $\alpha = 0,05$ , entre a resistência à fratura dos dentes restaurados com resina composta e os dentes que receberam pinos metálicos ou de carbono. Também não houve diferença estatística entre os grupos que receberam pinos metálicos ou pinos de carbono.

Com o objetivo de se observar a influência das dimensões dos dentes nos valores de resistência à fratura, foi realizada uma análise dos dados pelo coeficiente de correlação de Pearson. As dimensões em estudo foram: diâmetro vestibulo-lingual

- VL1 - e comprimento total do dente - CT (Anexo 1). O valor de  $r$  obtido da correlação entre as variáveis resistência e diâmetro foi de 0,3655, demonstrando correlação positiva ao nível de 0,0014 de probabilidade. Isto indica que o diâmetro vestibulo-lingual tem influência nos valores de resistência a fratura dental. Contudo, essa mesma análise não detectou correlação entre comprimento e resistência à fratura,  $r$  igual a 0,1923, ao nível de significância de 0,05 (Tabelas 5.4 e 5.5).

**TABELA 5.4 - Correlação para as variáveis diâmetro e resistência pelo coeficiente de Correlação de Pearson.**

| Variável                                    | Repetições | Mínimo   | Máximo  | D.P.    | $r$     |
|---|------------|----------|---------|---------|---------|
| Resistência                                 | 74         | -41.3789 | 63.6611 | 21.9454 | 0.36555 |
| Diâmetro                                    | 74         | -1.1489  | 1.3011  | 0.4955  |         |
| <b>Pearson <math>\alpha = 0,0014</math></b> |            |          |         |         |         |

**TABELA 5.5 – Correlação para as variáveis comprimento e resistência pelo coeficiente de Correlação de Pearson.**

| Variável                                  | Repetições | Mínimo   | Máximo  | D.P.    | $r$     |
|---|------------|----------|---------|---------|---------|
| Resistência                               | 74         | -41.3789 | 63.6611 | 21.9454 | 0.19235 |
| Comprimento                               | 74         | -5.4456  | 4.9756  | 1.9731  |         |
| <b>Pearson <math>\alpha = 0,05</math></b> |            |          |         |         |         |

Foi realizada também uma análise de variância – ANOVA – e teste de Comparação Múltipla de Duncan, para verificar as médias dos diâmetros vestibulo-linguais para os diferentes grupos (Tabelas 5.6 e 5.7).

**TABELA 5.6** – Análise de variância para a variável diâmetro vestibulo-lingual do dente.

| <b>Causa da Variação</b>            | <b>Graus de Liberdade</b> | <b>Soma dos Quadrados</b> | <b>Quadrados Médios</b> | <b>F</b> | <b>PR&gt;F</b> |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamento                          | 7                         | 2.42731207                | 0.34675887              | 1.28     | 0.275          |
| Resíduo                             | 67                        | 17.92129333               | 0.27153475              |          |                |
| <b>Total</b>                        | <b>74</b>                 | <b>20.34860541</b>        |                         |          |                |
| Coeficiente de variação = 8.352971% |                           |                           |                         |          |                |
| Média dos diâmetros = 6.23838 mm    |                           |                           |                         |          |                |

**TABELA 5.7** - Teste de Comparação de Médias através do teste de Duncan, para o fator diâmetro vestibulo-lingual do dente.

| <b>Grupos</b>                              | <b>Repetições</b> | <b>Média</b> | <b>Duncan*</b> |
|--|-------------------|--------------|----------------|
| <b>G8</b>                                  | 9                 | 6.5389       | a              |
| <b>G2</b>                                  | 9                 | 6.3956       | a              |
| <b>G3</b>                                  | 8                 | 6.3344       | a              |
| <b>G5</b>                                  | 9                 | 6.3344       | a              |
| <b>G6</b>                                  | 10                | 6.2456       | a              |
| <b>G7</b>                                  | 10                | 6.0620       | a              |
| <b>G2</b>                                  | 10                | 6.0400       | a              |
| <b>G1</b>                                  | 9                 | 5.9978       | a              |
| <b>Duncan <math>\alpha = 0,0014</math></b> |                   |              |                |

\* Letras iguais indicam semelhança estatística

Os resultados observados nas tabelas 5.6 e 5.7 demonstram que não há diferença estatística entre as médias dos diâmetros para os diferentes grupos

experimentais, ou seja, esta homogeneidade indica que não houve influência dos diâmetros vestibulo-linguais na resistência à fratura.

A mesma análise foi realizada para as médias dos comprimentos entre os grupos (Tabelas 5.8 e 5.9).

**TABELA 5.8** – Análise de variância para a variável comprimento do dente.

| <b>Causa da Variação</b>            | <b>Graus de Liberdade</b> | <b>Soma dos Quadrados</b> | <b>Quadrados Médios</b> | <b>F</b> | <b>PR&gt;F</b> |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamento                          | 7                         | 36.5794149                | 5.2256307               | 1.21     | 0.3079         |
| Resíduo                             | 67                        | 284.1878500               | 4.3058765               |          |                |
| <b>Total</b>                        | <b>74</b>                 | <b>320.7672649</b>        |                         |          |                |
| Coeficiente de variação = 8.840823% |                           |                           |                         |          |                |
| Média dos comprimentos = 23.4714 mm |                           |                           |                         |          |                |

**TABELA 5.9** - Teste de Comparação de Médias através do teste de Duncan, para a variável comprimento do dente.

| <b>Grupos</b>                            | <b>Repetições</b> | <b>Média</b> | <b>Duncan*</b> |
|--|-------------------|--------------|----------------|
| <b>G8</b>                                | 9                 | 6.5389       | a              |
| <b>G7</b>                                | 10                | 6.3956       | a b            |
| <b>G3</b>                                | 8                 | 6.3344       | a b            |
| <b>G4</b>                                | 10                | 6.3344       | a b            |
| <b>G5</b>                                | 9                 | 6.2456       | a b            |
| <b>G1</b>                                | 9                 | 6.0620       | a b            |
| <b>G6</b>                                | 10                | 6.0400       | a b            |
| <b>G2</b>                                | 9                 | 5.9978       | b              |
| <b>Duncan <math>\alpha = 0,05</math></b> |                   |              |                |

\* Letras iguais indicam semelhança estatística

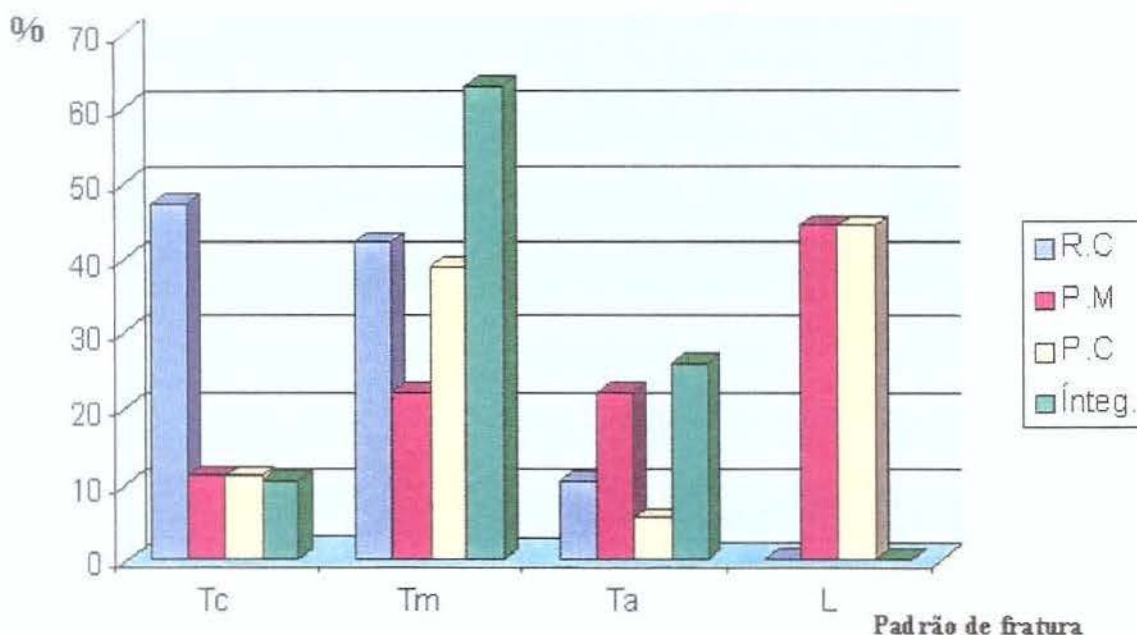
Embora a análise de variância e teste Duncan demonstrem diferença estatística significativa entre os grupos G8 e G2, a tabela 5.5 comprova que a grandeza comprimento não influenciou nos valores de resistência à fratura. Para os demais grupos houve homogeneidade de dados.

Para a observação do padrão de fratura entre os grupos foi realizada uma análise percentual para o fator tipo de fratura (Tabela 5.10).

**TABELA 5.10** – Porcentagem de tipo de fratura para diferentes tratamentos restauradores.

| <b>GRUPOS</b>            | <b>Característica</b> | <b>% T 1/3 c</b> | <b>% T 1/3 m</b> | <b>% T 1/3 a</b> | <b>% L</b> |
|--------------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------|
| <b>Grupo 1 + grupo 4</b> | Resina composta       | 47,36            | 42,10            | 10,52            | -          |
| <b>Grupo 2 + grupo 5</b> | Pinos metálicos       | 11,11            | 22,22            | 22,22            | 44,44      |
| <b>Grupo 3 + grupo 6</b> | Pinos de carbono      | 11,11            | 38,88            | 5,55             | 44,44      |
| <b>Grupo 7 + grupo 8</b> | Resina/integro        | 10,52            | 63,15            | 26,31            | -          |

Nesta análise, verificou-se que nos grupos em que foram associados pinos metálicos ou de carbono à resina composta, aproximadamente metade das amostras (44,44%) apresentaram padrão de fratura longitudinal. Os dentes debilitados, restaurados com resina, apresentaram 47,36% das fraturas localizadas no terço cervical e 42,10% no terço médio da raiz. Já os grupos onde as cristas marginais foram preservadas, a maioria das fraturas ocorreu no terço médio da raiz (63,15%). O padrão de fratura predominante em cada grupo experimental pode ser melhor visualizado na figura 5.3.



**FIGURA 5.3** – Gráfico demonstrando a porcentagem (%) dos quatro diferentes padrões de fratura, em função do tipo de tratamento, onde:

R.C. representa os grupos restaurados com resina composta;  
P.M., grupos restaurados com pino metálico mais resina;  
P.C., grupos restaurados com pino de carbono mais resina;  
Ínteg., para grupos com cristas marginais íntegras.  
Tc significa fratura transversal no terço cervical da raiz;  
Tm, fratura transversal no terço médio;  
Ta, fratura transversal no terço apical;  
L, fratura longitudinal.

A partir desta análise percentual foi realizado o Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para verificar a associação entre tratamento e padrão de fratura. O valor desta análise estatística com 9 graus de liberdade foi 176,62, sendo este valor altamente significativo ( $p < 0,01$ ). O coeficiente Phi, que mede a correlação entre tratamento e padrão de fratura foi de 0,66. Comprovou-se, portanto, uma tendência a fraturas transversais, no terço cervical e médio da raiz, para dentes restaurados apenas com resina composta, tendência a fraturas longitudinais nos grupos em que pinos pré-



fabricados foram cimentados no canal radicular e, da mesma forma, tendência a fraturas transversais no terço médio da raiz para os dentes que possuíam cristas marginais íntegras.

DISCUSSÃO

---

## 6 DISCUSSÃO

A ocorrência de fraturas em dentes tratados endodonticamente é uma situação clínica relativamente comum. Estas injúrias eram atribuídas principalmente à perda de umidade<sup>18,47,55</sup>, pois o dente desidratado tem sua capacidade de deformação elástica diminuída<sup>18,22</sup>.

No entanto, PAPA *et al.*<sup>40</sup> não encontraram diferença estatística na quantidade de umidade dentinária quando dentes homólogos vitais e não vitais foram comparados. Isso se deve ao fato da água, que é responsável pelas trocas iônicas, poder circular livremente pelos espaços interprismáticos<sup>18</sup> do esmalte e da dentina em dentes que permanecem na cavidade oral, o que evita a sua desidratação<sup>40</sup>.

Além disso, a dentina de dentes tratados endodonticamente não apresenta diferença significativa em relação à dureza Knoop<sup>17</sup> e Vickers<sup>29,49</sup>, resistência a compressão<sup>22</sup>, a tração<sup>22,49</sup>, a impacto<sup>22</sup> e a fratura<sup>49</sup>, bem como na estrutura do colágeno que compõe a sua parte orgânica<sup>46</sup>, ao ser comparada à dentina de dentes íntegros.

Por outro lado, a perda de estruturas importantes como cristas marginais e pontes de esmalte enfraquecem significativamente os dentes polpados e

despolpados<sup>34,38,44,49,55</sup>, podendo um preparo cavitário mésio-ocluso-distal reduzir em até 63% a resistência à fratura<sup>44</sup>. Como a diminuição da resistência à fratura está diretamente relacionada à quantidade de estrutura dental removida<sup>34,44</sup>, deve-se pesquisar tratamentos restauradores que possam reforçar o dente debilitado<sup>19,47,55,58</sup>.

Para dentes com pouco ou nenhum remanescente coronário, o tratamento de escolha recai sobre as restaurações indiretas, que podem ser realizadas através de núcleos metálicos fundidos e coroas protéticas<sup>4,36,51,52,55</sup> ou através de pinos pré-fabricados associados a núcleo de preenchimento<sup>2,10,28</sup>. Quanto à resistência à fratura verificada em testes laboratoriais<sup>4,28</sup> e desempenho clínico<sup>57</sup>, esses materiais não têm apresentado diferença estatística significativa.

Estão disponíveis para o clínico pinos pré-fabricados com diferentes formas – paralelos e cônicos – e características de superfície – lisos e rosqueáveis. Os paralelos e rosqueáveis são mais retentivos<sup>53,54</sup>, mesmo quando sua adaptação não é conseguida em toda a extensão do canal<sup>51</sup>. Outros fatores relacionados à retenção são o comprimento e o diâmetro do pino, sendo que este último tem uma menor influência<sup>5,54,59</sup>. A escolha de pinos mais longos e delgados possibilita uma melhor distribuição de tensões<sup>21,41</sup> e preservação de estrutura dental sadia<sup>5,58</sup>. Além disso, os pinos com extremidade cônica permitem um maior volume de dentina na porção média e apical da raiz<sup>10</sup>. Características superficiais como canaletas e sulcos de escape são importantes para diminuir a pressão hidrodinâmica durante a cimentação<sup>16,23,35</sup>.

Pelas razões expostas, foi selecionada para este estudo uma marca comercial de pinos metálicos paralelos, rosqueáveis, com fendas, sulcos de escape e com extremidade apical cônica na porção intra-radicular, e macrorretenções para o material restaurador na sua porção coronária. Este pino, de liga de titânio, reúne as características de superfície supracitadas e resultados favoráveis em testes laboratoriais de resistência a tração, a fratura e a forças torcionais<sup>12,26,27</sup>, justificando a sua escolha.

Também selecionou-se um pino de fibras de carbono longitudinais unidas por uma matriz epóxica, que tem apresentado resultados de resistência à fratura semelhantes aos pinos metálicos<sup>25</sup> e, ainda, pode tornar o padrão de fratura mais favorável à reconstrução dental<sup>28,50</sup>. Este pino possui grande resistência à fadiga, já que pode sofrer deformações elásticas sem se fraturar. Deste modo poderia flexionar-se junto com a dentina sob cargas mastigatórias, reforçando a estrutura dental<sup>25</sup>, embora essa deformação possa comprometer a estabilidade de restaurações indiretas durante a função mastigatória<sup>42</sup>. O pino de carbono possui um menor diâmetro no terço apical e extremidade cônica, favorecendo a preservação de estrutura dental e diminuindo a concentração de tensões na região em que a raiz possui paredes mais delgadas<sup>9,23</sup>. A sua cimentação é passiva e recomenda-se a utilização de agentes de cimentação resinosos, devido à possibilidade de união química com a sua matriz epóxica. Entretanto, a adesão parece não ser suficiente<sup>42</sup>, já que é indicada a

confecção de retenções na superfície do pino através de jateamento com partículas de óxido de alumínio ou pontas diamantadas de granulação fina em baixa rotação.

Nos casos em que o pino é utilizado com o objetivo exclusivo de reforçar estruturas fragilizadas é importante estabelecer uma adequada união entre ele e o dente, com intuito de formar um “corpo único”<sup>5,23,32,41,51,59</sup>. Dentre os agentes de fixação disponíveis no mercado, os resinosos são os que apresentam os melhores resultados quanto à retenção de pinos pré-fabricados<sup>2,6,8,32,33,41</sup>, além da possibilidade de reforçar raízes debilitadas<sup>30,33</sup>. Pelo exposto e seguindo as recomendações dos fabricantes, os pinos foram cimentados através de agente de cimentação resinoso com carga incorporada à matriz, associado a um sistema adesivo de polimerização física e química.

Além da avaliação da influência dos pinos intra-radiculares na resistência à fratura de dentes despolpados, incluiu-se neste trabalho um outro fator de estudo: a ausência de uma ou duas cristas marginais. Este é um dado importante, já que a resistência à fratura do dente depende principalmente da quantidade de estrutura dental remanescente<sup>34,38,44</sup>. Quando essas estruturas são preservadas, a influência do pino pode não ser detectável<sup>19</sup>. Removendo-se estas estruturas de reforço dental, pode-se verificar a correlação entre pino e crista marginal na resistência à fratura.

As cristas marginais foram removidas em determinados grupos experimentais através de preparos cavitários. Nestes grupos, pôde-se incluir dentes

com pequenas lesões cáries ou restaurações classe III durante a fase de seleção. Esta medida também foi adotada devido à grande dificuldade em se arrecadar incisivos centrais hígidos recém-extraídos. Isto provavelmente não influenciou nos valores de resistência à fratura, já que todos os dentes foram desgastados proporcionalmente às suas dimensões, eliminando completamente o tecido cariado e as restaurações preexistentes.

As resinas compostas têm sido amplamente utilizadas para restauração de dentes anteriores e posteriores por conferir excelente estética, preservação de estrutura dental e adequada resistência mecânica que, muitas vezes, são comparáveis à resistência dos dentes hígidos<sup>7,11,38</sup>. Em virtude dessas propriedades, os compósitos de carga inorgânica híbrida são amplamente utilizados em restaurações que exigem resistência às cargas mastigatórias<sup>1,3</sup>. Para que as resinas fiquem fortemente retidas à estrutura dental, em especial à dentina, é necessária a utilização de ácidos e sistemas adesivos, promovendo suficiente união para o sucesso da restauração<sup>1,3,7,20,39,43,60</sup>. Dessa maneira, para se restaurar os preparos cavitários, foi utilizada uma resina composta fotopolimerizável, com grande conteúdo de carga (66% em volume de material)<sup>1</sup>, constituída de partículas monomodais de zircônio e silício (0,01 a 3,1  $\mu\text{m}$ ), associada a um sistema adesivo dentinário hidrófilo<sup>3</sup>.

Para que fosse possível submeter os dentes ao teste de fratura, eles foram incluídos em resina poliestirênica a 2 mm do limite amelo-cementário<sup>19,31,44,58</sup>, altura

onde se encontra normalmente a margem óssea alveolar<sup>44</sup>. Durante sua inclusão, optou-se por simular o ligamento periodontal<sup>19,25,32,58</sup> através de um material a base de uretano, na tentativa de se reproduzir a condição clínica. Quando o dente está incluído diretamente no bloco de resina, não é possível observar-se o padrão de fratura<sup>2,24,30,31</sup> pela dificuldade em se remover o dente deste bloco. Ainda, por estar ele preso a um material rígido, a linha de fratura não se propaga em direção ao ápice, já que não há espaço para que as paredes radiculares se separem. Só é possível ocorrer essa separação se houver um material elástico de 0,2 a 0,3 mm de espessura envolvendo a raiz, semelhante ao ligamento periodontal<sup>13</sup>. Este procedimento, utilizado por TRABERT *et al.*<sup>58</sup> e por GUZY e NICHOLLS<sup>19</sup>, permitiu a avaliação do padrão das fraturas e subsequente classificação em longitudinal e transversal, ou de acordo com o terço radicular em que a falha ocorreu.

Devido à fraca união entre o material utilizado para simular o ligamento periodontal e o dente, havia a possibilidade dos dentes avulsionarem dos alvéolos artificiais durante a aplicação do carregamento<sup>19</sup>. Neste experimento, o problema relativo à avulsão dentária dos blocos de resina foi minimizado pela confecção de nichos na face palatina da coroa do dente, estabilizando a amostra em relação à ponteira metálica da máquina Universal de Ensaio (EMIC) e pela fixação da base metálica que suporta os corpos de prova, através de uma morsa coordenada. Além disso, a força foi aplicada num ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente,



onde a decomposição da mesma resultou em uma força perpendicular e outra paralela ao longo eixo, sendo que a última pressiona o dente em direção ao seu ápice radicular, dificultando a avulsão<sup>30</sup>. Este ângulo foi utilizado por reproduzir a relação oclusal entre os incisivos centrais inferiores e superiores, pela análise cefalométrica de MOYERS<sup>37</sup>.

Em dentes debilitados, mas com remanescente coronário suficiente para reter uma restauração, há possibilidade de reconstruí-los através de materiais restauradores diretos<sup>10,38,43</sup>. Associados a estes, sugere-se a utilização de pinos pré-fabricados com o objetivo exclusivo de reforçar a estrutura dental<sup>58</sup>. Esses pinos deveriam aumentar a resistência à fratura dos dentes, já que podem dissipar as cargas mastigatórias ao longo do canal radicular<sup>41</sup>. Entretanto, os resultados obtidos neste experimento não demonstraram diferença estatística significativa entre os grupos experimentais, o que sugere que pinos intra-radiculares não têm influência sobre a resistência de dentes despulpados, debilitados e restaurados através de resina composta. Estes resultados perfilham com os trabalhos de GUZY e NICHOLLS<sup>19</sup>, em 1979, de TROPE *et al.*<sup>59</sup>, em 1985, de Mc DONALD, em 1990, e de ISHIKIRIAMA *et al.*<sup>24</sup>, em 1995.

A incapacidade do pino em reforçar estruturas dentais debilitadas pode ser explicada mecanicamente<sup>3,31</sup>. Como a força é aplicada pela face palatina do dente, o ponto de apoio é a crista óssea vestibular do rebordo alveolar, e isto faz com que

haja concentração de tensões de compressão na face vestibular do dente<sup>21,23</sup>. Em oposição, há desenvolvimento de forças de tração na face palatina<sup>21</sup>. Estas forças contrárias se anulam no centro longitudinal do dente, exatamente onde está cimentado o pino intracanal. Quanto mais próximo da superfície do dente, maior a magnitude dessas tensões, o que indica a necessidade de reforço periférico e não no centro geométrico do dente<sup>23</sup>. Quando a carga aplicada sobre o dente ultrapassa o limite de proporcionalidade, pode iniciar-se uma trinca ou fratura, provavelmente na face palatina, onde os prismas do esmalte estão sob forças de tração. Essa linha de fratura pode se propagar no sentido transversal – do ponto de aplicação da carga ao ponto de apoio sobre a crista óssea<sup>31</sup>. O padrão de fratura descrito pode ser alterado quando há um pino cimentado no interior do canal radicular, ou seja, quando a linha de fratura atinge a região do pino intracanal, este dissipa parte das tensões através do seu corpo, dirigindo a trinca também no sentido longitudinal da raiz<sup>16,19</sup>. Somado a isso, demonstrou-se que há variação na concentração de tensões em torno de um pino pré-fabricado<sup>9,16</sup> e a possibilidade de facilitar a ocorrência de fraturas radiculares<sup>48</sup>. Outro fator que pode tornar a raiz suscetível à fratura é o preparo para cimentação de pinos, devido à remoção de dentina do interior do canal<sup>19,23,24,31,59</sup>.

Através da análise dos resultados, não foi detectada diferença estatística na resistência à fratura entre os grupos que receberam pinos metálicos ou pinos de fibras de carbono. Desta maneira, não houve evidência de que pinos de carbono

possam aumentar a resistência à fratura, devido ao seu módulo de elasticidade ser semelhante ao da dentina. Esta observação está de acordo com os resultados de MC DONALD *et al.*<sup>31</sup>, que compararam a resistência à fratura de incisivos centrais inferiores, onde pinos metálicos e de carbono foram cimentados no canal radicular, embora tenham utilizado teste de resistência ao impacto em seu experimento.

MONDELLI *et al.*<sup>34</sup> e REEH *et al.*<sup>44</sup> realizaram preparos classe II em pré-molares e puderam concluir que a remoção das cristas marginais enfraquece o remanescente dental. Entretanto, estes autores não confeccionaram restaurações adesivas previamente aos testes de resistência. Neste estudo verificou-se que não houve diferença estatística na resistência à fratura quando foi removida uma ou duas cristas marginais (G1 e G4) ou quando essas estruturas foram preservadas (G7). A semelhança entre os grupos, inclusive em relação ao grupo controle – dentes íntegros – indica que a resina composta, associada ao sistema adesivo hidrófilo, é um material restaurador direto eficiente para recuperar a resistência de dentes anteriores fragilizados<sup>20,34,38</sup>. Estes resultados estão de acordo com os estudos de OLIVEIRA *et al.*<sup>38</sup>, REEH *et al.*<sup>43</sup> e AUSIELLO *et al.*<sup>7</sup>, embora tenham utilizado pré-molares com cavidades mésio-ocluso-distais. A capacidade de reforçar dentes pode ser explicada pelas propriedades mecânicas dos compósitos, como o módulo de elasticidade, que é próximo ao da dentina<sup>3</sup>, permitindo sofrer deformações semelhantes às do dente em que está inserida. Além disso, a formação da camada híbrida resulta em uma

resistência de união semelhante à que ocorre com o esmalte<sup>1</sup>, tanto em dentes polpados quanto em despolpados<sup>39</sup>.

Analisando-se os padrões de fratura, foi observada a tendência a fraturas longitudinais (44,44%) nos grupos onde foram cimentados pinos no canal radicular (G2, G3, G5 e G6). Esta observação corrobora com o trabalho de GUZY E NICHOLLS<sup>19</sup> e com a teoria de que os pinos mudam o vetor de fratura em direção ao ápice radicular, impossibilitando a conservação do remanescente dental para posterior restauração<sup>16</sup>. O padrão de fratura dos dentes restaurados com resina composta (G1 e G4) foi principalmente transversal e acima do nível de inserção do dente no bloco de resina poliestirênica (47,36%), ou no terço médio radicular (42,10%). Já os dentes íntegros (G8), como os com cristas marginais preservadas e tratados endodonticamente (G7), apresentaram um padrão de fratura predominantemente transversal no terço médio da raiz (63,15%). Isto pode ter ocorrido em razão da coroa estar com estruturas de reforço preservadas e a linha de fratura ter iniciado em uma área menos resistente e com menor diâmetro<sup>19</sup>, que é o terço cervical e médio da raiz.

Através dos resultados encontrados neste estudo, verifica-se que a utilização clínica de pinos pré-fabricados para reforço de dentes fragilizados e restaurado através de compósito é um procedimento desnecessário. Sua utilização resulta em uma maior remoção de tecido dental, eleva o custo do tratamento e aumenta o tempo clínico para a confecção da restauração. Durante o preparo do canal

há, ainda, a possibilidade de ocorrer perfurações radiculares, por imperícia ou pela dificuldade em se determinar o formato e a espessura da raiz nas paredes proximais através de radiografias<sup>16</sup>. Além disso, devem ser evitados sempre que possível<sup>4</sup>, já que sua presença pode criar uma tendência a fraturas longitudinais.

## CONCLUSÕES

---

## 7 CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados obtidos neste estudo é possível concluir:

- Não houve diferença estatística significativa entre os dentes anteriores tratados endodonticamente restaurados com compósito odontológico ou pinos intra-radulares associados ao compósito, indicando que estes pinos não são capazes de aumentar a resistência à fratura;
- A ausência de cristas marginais não influenciou na resistência à fratura quando os dentes foram restaurados com compósito odontológico, não apresentando diferença estatística em relação aos dentes íntegros.
- Houve tendência a fraturas radulares longitudinais quando se utilizou pinos pré-fabricados intra-radulares ( $\phi = 0,66 / p = 0,01$ );
- Os pinos intra-radulares metálicos e de carbono apresentaram comportamento semelhante em relação à resistência e ao padrão de fratura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>®</sup>

1. ABDALLA, A.I., ALHADAINY, H.A. 2-years clinical evaluation of class I posterior composites. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.4, p.150-152, aug., 1996.
2. ALBUQUERQUE, R.C., FONTANA, R.H.B.T.S., TURBINO, M.L., FONTANA, U.F. Estudo da resistência à fratura de dentes reconstruídos com núcleo de preenchimento. Efeito de materiais e pinos. **Rev. Odontol. UNESP**, Araraquara, v.25, n.2, p.193-205, 1996.
3. ANUSAVICE, K.J. **Phillip's Science of dental materials**. 10<sup>a</sup>Ed. W.B.SAUNDERS Co., Philadelphia, 1996.708 p.
4. ASSIF, D., BITENSKI, A., PILO, R., OREN, E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.69, n.1, p.36-40, jan., 1993.
5. \_\_\_\_\_, BLEICHER, S. Retention of serrated endodontic post with a composite luting agent: Effect of cement thickness. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis v.56, n.6, p. 689-91, dec. 1986.
6. \_\_\_\_\_, FERBER, A. Retention of dowels using a composite resin as a cementing medium. **J Prosthet. Dent.** Saint Loui, v.48, n.3, p.292-6, sep., 1982.
7. AUSIELLO, P., DE GEE.A.J., RENGO, S. e DAVIDSON, C.L. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.5, p.237-41, oct., 1997.

---

<sup>®</sup> SOLIANI e SILVA, Como escrever uma Tese, Piracicaba, 1995.

8. BEN- AMAR, A., GONTAR, G., FITZIG, S., URSTEIN, M., LIBERMAN, R. Retention of prefabricated post with dental adhesive and composite. **J. Prosthet Dent.**, Saint Louis v.56, n. 6, p. 681-4, dec., 1986.
9. CAILLETEAU, JG., RIEGER, MR., AKIN, ED. A comparison of intracanal stresses in a post-restored tooth utilizing finite element method. **J. Endod.**, Baltimore, v.18, n.11, p.540-4, nov. 1992.
10. CHRISTENSEN, G.J. Posts: necessary or unnecessary? **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, v.127, p. 1522-8, oct., 1996.
11. \_\_\_\_\_. Resin restorations for anterior teeth-1995. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, v126, n.10, p.1427-28, oct., 1995.
12. COHEN, B.I., PAGNILLO, M.K., CONDOS, S., DEUTSCH, A.S. Four different core materials measured for fracture strength in combination with five different designs of endodontic posts. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.76, n.5, p.487-495, nov, 1995.
13. COODLIDGE, E.D. The thickness of human periodontal membrane. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.24, p.1260-70, aug., 1937.
14. DE DEUS, Q.D. **Endodontia**. 4 ed. Rio de Janeiro, Medsi, 1986.
15. DIAS, C.T.S. Disciplina de Estatística - Departamento de Matemática da Escola Superior de Agronomia Luis de Queirós. 1998. [Comunicação pessoal]
16. FELTON, D.A., WEBB, E.L., KANOY, B.E., DUGONI, J. Threaded endodontic dowels: Effect of post design on incidence of root fracture. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.65, n.2, p.179-87, feb., 1991.
17. FUSAYAMA,T., MAEDA, T. Effect of pulpectomy on dentin hardness. **J. Dent. Res.**, Washington, v.48, n.3, p. 452-60, may-jun., 1969.

18. GUTMANN, J.L. The dentin-root complex: Anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.67, n.4, p.458-67, apr., 1992.
19. GUZY, G.E., NICHOLLS, J.I. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth without endo-post reinforcement. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.42, n.1, p.39-44, jul., 1979.
20. HERNANDEZ, R., BADER, S., BOSTON, D. TROPE, M. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentin bonding system. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.27, p.281-4, 1994.
21. HOLMES, D.C., DIAZ-ARNOLD, A.M., LEARY, J.M. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.75, n.2, p.140-7, feb, 1996.
22. HUANG, T.G., SCHILDER, H., NATHANSON, D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.18, n.5, p. 209-15, may, 1992.
23. HUNTER, A.J., FEIGLIN, B., WILLIAMS, J.F. Effects of a post placement on endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.62, n.8, p.166-72, aug, 1989.
24. ISHIKIRIAMA, A., SABATINI, L.S.G., NAVARRO, M.F.L., PEREIRA, J.C. Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com resina composta. **Rev. F.O.B.**, Bauru, v.3, n.1-4, p.47-52, jan./dez., 1995.
25. ISIDOR, F., ÖDMAN, P., BRØNDUM, K. intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. **Int. J. Prosthet.**, Saint Louis, v.9, n.2, p.131-136, fev., 1996.

26. KAHN FH., ROSENBERG, PA., SCHULMAN, A., PINES, M.  
Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems.  
**J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.75, n.2, p.148-53, feb., 1995.
27. KEYF, F., SAHIN, E. Retentive properties of three post-core systems.  
**Austr. Dent. J.**, Saint Leonards, v.39, n.1, p.20-4, jan., 1994.
28. KING, P.A., SETCHELL, D.J. An *in vitro* evaluation of a prototype  
CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless  
teeth. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.17, p.599-609, 1990.
29. LEWINSTEIN, I., GRAJOWER, R. Root dentin hardness of  
endodontically treated teeth. **J. Endod.**, Baltimore, v.7, p.421-2,  
1981.
30. MARCHI, G.M. **Resistência à fratura de raízes debilitadas  
reconstruídas morfológicamente com sistema adesivo associado a  
pinos intra-canaís.** Piracicaba, 1997. 106p. [Tese (Mestrado) -  
FOP/UNICAMP].
31. Mc DONALD, A.V., KING, P.A., SETCHELL, D.J. An *in vitro* study to  
compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. **Int.  
Endodontic. J.**, Oxford, v.23, p.304-312, 1990.
32. MENDOZA, D.B., EAKLE, W.S., KAHL, E.A., HO, R. Root  
reinforcement with a resin-bonded preformed post. **J. Prosthet.  
Dent.**, Saint Louis, v.78, n.1, p.10-14, jul., 1997.
33. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. Retention of post cemented with various dentinal  
bonding cements. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.72, n.6, p.591-4,  
dec., 1994.
34. MONDELLI, J., STEAGALL, L., ISHIKIRIAMA, A., NAVARRO,  
M.F.L., SOARES, F.B. Fracture strength of human teeth with cavity  
preparations. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.43, n.4, 419-22, apr.  
1980.

35. MORANDO, G., LEUPOLD, R.J., MEIERS, J.C. Measurement of hydrostatic pressures during simulated post cementation. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.74, n.6, p.586-90, dec., 1995.
36. MORGANO, S.M. Restoration of pulpless teeth: Applications of traditional principles in present and future contexts. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.75, n.4, p.375-80, apr., 1996.
37. MOYERS, R.E. **Handbook of orthodontics**. 3 ed. Chicago. YBMP. 1975. 778 p.
38. OLIVEIRA, F.C., DENEHY, G.E., BOYER, D.B. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, v.115, n.7, p.57-60, jul., 1987
39. PAMEIJER, C.H., LOUW, N.P. Significance of pulpal pressure during clinical bonding procedures. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.5, p.214-218, oct., 1997.
40. PAPA,J., CAIN, C., MESSER, H.H. Moisture content of vital vs. endodontically treated teeth. **Endod. Dent. Traumatol.**, Munksgaard, v.10, p.91-3, 1994
41. PETERS, M.C.R.B., POORT, H.W., FARAH, J.W., CRAIG, R.G. Stress analysis of a tooth restored with a post and core. **J. Dent. Res.**, Washington, v.62, n.2, p.760-763, jun., 1982,
42. PURTON, D.G., LOVE, R.M. Rigidity and retention of carbon fiber versus stainless steel root canal posts. **Int. Endodont. J.**, Oxford, v.29, p.262-265, 1996.
43. REEH, E.S., DOUGLAS, W.H., MESSER, H.H. Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique. **J. Dent. Res.**, Washington, v.68, n.11, p.1540-44, nov., 1989.
44. \_\_\_\_\_, MESSER, H.H., DOUGLAS, W.H. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. **J. Endod.**, Baltimore, v.15, n.11, p.512-16, nov., 1989.

45. REINHARDT, R.A., KREJCI, R.F., PAO, Y.C., STANNARD, J.G.  
Dentin Stresses in post-reconstructed teeth with diminishing bone support. **J. Dent. Res.**, Washington, v.62, n.9, p.1002-8, sep, 1983.
46. RIVERA, E., YAMAUCHI, M. Dentin collagen cross-links of root-filled and normal teeth. **J. Endod.**, Baltimore, v.7, p. 421-2, 1981.
47. ROSEN, H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.11, p.972-86, 1961
48. ROSS, R.S., NICHOLLS, J.I., WARRINGTON, G.W. a comparison of strain generated during placement of five endodontic posts. **J. Endod.**, Baltimore, v.17, n.9, p.450-56, sep., 1991.
49. SEDGLEY, C.M., MESSER, H.H. Are endodontically treated teeth more brittle? **J. Endod.**, Baltimore, v.18, n.7, p.332-5, jul., 1992.
50. SIDOLI, G.E., KING, P.A., SETCHELL, D.J. An *in vitro* evaluation of carbon fiber-based post and core system. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.78, n.1, p.5-9, jul., 1997.
51. SORENSEN, J.A., ENGELMAN, M.J. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.64, n.4, p.419-24, oct, 1990.
52. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.63, n.5, p.529-36, may, 1990.
53. STANDLEE, J.P., CAPUTO, A.A. Effect of surface design on retention of dowels cemented with a resin. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.70, n.5, p.403-5, nov., 1993.
54. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, HANSON, E.C. Retention of endodontic dowels; effect of cement, dowel, lenght and design. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.39, p.401-5, 1978.

55. TIDMARSH, B.G. Restoration of endodontically treated posterior teeth. **J. Endod.**, Baltimore, v.2, p.274-5, 1976.
56. TJAN, A.H.L., NEMETZ, H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated post luted with an adhesive composite resin cement. **Quintessence Int.**, Berlin, v.23, n.12, p.839-44, dec., 1992.
57. TORBJÖRNER, A., KARLSSON, S., ÖDMAN, P.A. Survival rate and failure characteristics for two post designs. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.73, n.5, p.439-44, may, 1995.
58. TRABERT, K.C., CAPUTO, A.A., ABOU-RASS, M. Tooth fracture- A comparison of endodontic and restorative treatments. **J. Endod.**, Baltimore, v.4, n.11, p.341-5, nov., 1978.
59. TROPE, M., MALTZ, D.O., TRONSTAD, L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.1, n.3, p.108-11, apr., 1985.
60. WILDER, A.D., SWIFT, E.J., MAY, K.N., WADDELL, S.L. Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.3, p.114-17, jun., 1998.

ANEXOS

---



## 8.1- ANEXO1

**QUADRO 8.1** – Quadro das dimensões dos dentes: diâmetros vestibulo-linguais (VL) e mésio distais (MD), respectivos aos terços cervical (VL1 e MD1), médio (VL2 e MD2) e incisal da raiz (VL3 e MD3); comprimento total do dente (CT), comprimento da coroa (CC) e comprimento da raiz do dente (CR).

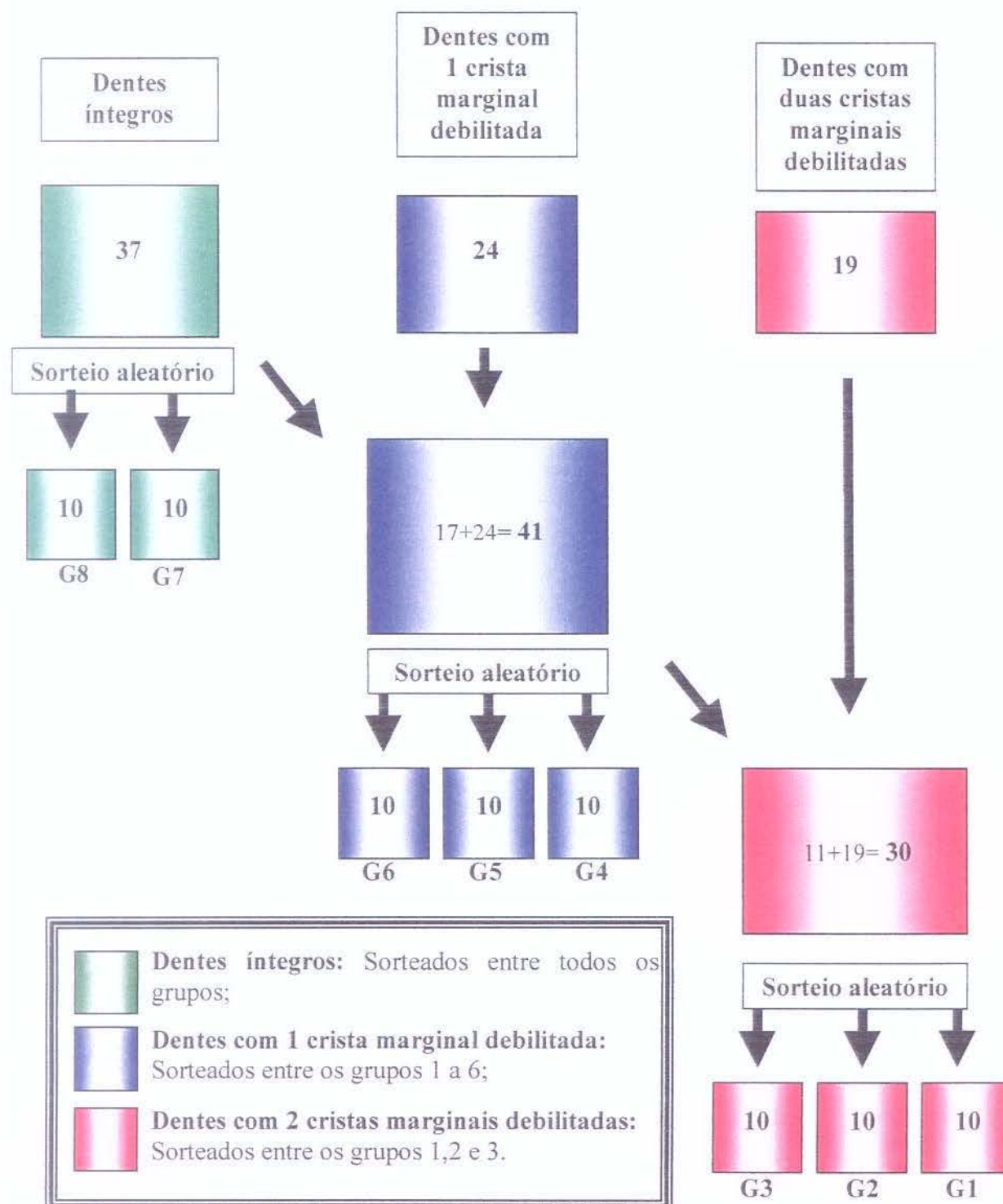
| Dente | VL1  | VL2  | VL3  | MD1  | MD2  | MD3  | CT    | CC    | CR    |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1.    | 6.43 | 5.48 | 2.84 | 6.16 | 4.95 | 2.63 | 24.53 | 11.03 | 13.50 |
| 2.    | 5.85 | 4.76 | 3.12 | 6.13 | 4.19 | 2.80 | 23.95 | 12.21 | 11.74 |
| 3.    | 6.53 | 5.49 | 3.67 | 6.17 | 4.93 | 3.00 | 23.97 | 11.09 | 12.88 |
| 4.    | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 5.    | 6.63 | 5.24 | 1.9  | 5.86 | 4.06 | 1.73 | 28.21 | 11.30 | 16.91 |
| 6.    | 6.9  | 4.8  | 3.11 | 5.36 | 3.92 | 2.09 | 20.52 | 11.36 | 9.16  |
| 7.    | 6.88 | 5.59 | 3.39 | 6.11 | 4.82 | 2.91 | 20.45 | 10.15 | 10.30 |
| 8.    | 6.22 | 5.54 | 3.25 | 5.96 | 4.31 | 2.63 | 22.18 | 10.68 | 11.15 |
| 9.    | 4.99 | 3.83 | 2.33 | 4.89 | 3.75 | 2.08 | 24.59 | 11.94 | 12.65 |
| 10.   | 5.93 | 4.55 | 2.94 | 5.63 | 4.19 | 2.45 | 21.60 | 10.84 | 10.76 |
| 11.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 12.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 13.   | 6.58 | 5.47 | 3.49 | 6.87 | 5.06 | 2.94 | 26.57 | 12.91 | 13.66 |
| 14.   | 6.01 | 4.67 | 3.15 | 5.98 | 4.98 | 3.08 | 20.95 | 10.73 | 10.22 |
| 15.   | 5.59 | 4.47 | 2.90 | 5.31 | 4.37 | 2.78 | 23.74 | 11.33 | 12.41 |
| 16.   | 5.51 | 4.39 | 2.38 | 5.83 | 3.68 | 1.97 | 23.27 | 10.67 | 12.60 |
| 17.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 18.   | 6.00 | 5.06 | 3.01 | 5.20 | 3.89 | 2.11 | 24.51 | 10.38 | 14.13 |
| 19.   | 7.02 | 6.16 | 3.80 | 6.19 | 4.80 | 2.87 | 23.60 | 11.16 | 12.44 |
| 20.   | 6.15 | 5.13 | 2.77 | 6.02 | 4.35 | 2.52 | 21.00 | 10.37 | 10.63 |
| 21.   | 6.65 | 5.54 | 3.08 | 5.06 | 4.23 | 2.52 | 24.96 | 11.55 | 13.41 |
| 22.   | 5.84 | 4.60 | 2.99 | 5.45 | 4.38 | 2.62 | 23.68 | 11.31 | 12.37 |
| 23.   | 7.84 | 7.03 | 4.78 | 6.23 | 5.10 | 3.42 | 26.18 | 12.39 | 13.79 |
| 24.   | 6.81 | 5.89 | 2.41 | 5.99 | 4.52 | 2.15 | 24.11 | 11.26 | 12.85 |
| 25.   | 6.38 | 5.55 | 4.10 | 5.73 | 4.49 | 3.38 | 22.53 | 9.31  | 13.22 |
| 26.   | 5.41 | 4.45 | 2.48 | 5.05 | 3.75 | 2.19 | 21.39 | 10.43 | 10.69 |
| 27.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 28.   | 5.64 | 4.44 | 2.31 | 4.38 | 4.08 | 1.88 | 24.16 | 10.91 | 13.25 |
| 29.   | 6.58 | 5.69 | 3.56 | 6.71 | 5.44 | 3.49 | 21.92 | 9.23  | 12.69 |
| 30.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 31.   | 5.94 | 4.35 | 2.99 | 5.80 | 4.20 | 2.66 | 23.51 | 12.61 | 10.90 |
| 32.   | 5.39 | 4.48 | 2.77 | 6.24 | 4.79 | 2.70 | 22.39 | 10.09 | 12.30 |
| 33.   | 6.57 | 5.45 | 4.04 | 6.17 | 4.74 | 3.88 | 22.73 | 10.80 | 11.93 |
| 34.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 35.   | 5.81 | 5.10 | 3.55 | 6.14 | 4.72 | 3.13 | 19.90 | 9.23  | 10.67 |
| 36.   | 6.39 | 5.23 | 3.06 | 5.94 | 4.29 | 2.53 | 22.53 | 10.90 | 11.63 |
| 37.   | 5.04 | 4.10 | 2.48 | 5.12 | 3.95 | 2.41 | 24.80 | 11.58 | 13.22 |
| 38.   | 6.47 | 5.48 | 3.60 | 5.76 | 4.56 | 2.82 | 23.29 | 11.14 | 12.15 |
| 39.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 40.   | 6.60 | 6.28 | 4.58 | 5.87 | 5.21 | 3.87 | 20.84 | 10.02 | 10.82 |
| 41.   | 6.16 | 5.59 | 3.90 | 5.47 | 4.66 | 2.81 | 22.35 | 11.25 | 11.10 |
| 42.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 43.   | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 44.   | 6.51 | 5.11 | 3.73 | 6.18 | 4.87 | 3.30 | 26.41 | 11.28 | 15.31 |

|     |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|-----|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 45. | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 46. | 5.17 | 4.05 | 2.28 | 5.37 | 3.55 | 2.00 | 24.80 | 12.61 | 12.19 |
| 47. | 5.80 | 4.74 | 3.37 | 5.96 | 4.83 | 2.97 | 22.82 | 11.42 | 11.40 |
| 48. | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 49. | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 50. | 6.58 | 4.99 | 1.77 | 5.81 | 3.91 | 1.42 | 28.19 | 11.78 | 16.41 |
| 51. | 6.66 | 5.37 | 2.75 | 5.75 | 3.52 | 1.66 | 26.48 | 12.74 | 13.74 |
| 52. | 5.70 | 4.57 | 2.89 | 5.14 | 3.74 | 2.64 | 23.81 | 11.97 | 11.84 |
| 53. | 5.86 | 5.27 | 3.68 | 5.78 | 4.18 | 2.79 | 23.65 | 12.20 | 11.45 |
| 54. | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 55. | 6.22 | 4.78 | 3.48 | 5.33 | 4.22 | 2.45 | 19.51 | 10.12 | 9.39  |
| 56. | 6.32 | 5.21 | 3.09 | 5.99 | 4.77 | 2.84 | 22.97 | 11.10 | 11.87 |
| 57. | 6.86 | 6.10 | 3.17 | 5.38 | 3.90 | 2.11 | 26.07 | 11.18 | 14.89 |
| 58. | 6.12 | 5.22 | 3.09 | 6.29 | 4.65 | 2.94 | 25.21 | 8.75  | 16.46 |
| 59. | 5.36 | 4.99 | 2.92 | 5.82 | 4.40 | 2.40 | 21.86 | 9.63  | 12.23 |
| 60. | 6.00 | 5.04 | 3.46 | 6.34 | 4.42 | 2.94 | 19.49 | 9.23  | 10.26 |
| 61. | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 62. | 5.58 | 4.93 | 2.67 | 5.83 | 4.44 | 2.62 | 24.59 | 11.14 | 13.45 |
| 63. | 7.02 | 5.78 | 3.55 | 5.11 | 3.98 | 2.71 | 24.91 | 11.36 | 13.55 |
| 64. | 5.93 | 4.79 | 2.15 | 5.28 | 4.17 | 2.04 | 23.22 | 10.40 | 12.82 |
| 65. | 6.06 | 5.42 | 3.96 | 5.27 | 4.15 | 2.93 | 22.84 | 11.39 | 11.45 |
| 66. | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 67. | 6.97 | 5.97 | 3.02 | 7.24 | 5.47 | 2.98 | 23.96 | 11.27 | 12.69 |
| 68. | 5.53 | 4.44 | 3.03 | 5.72 | 4.03 | 2.81 | 23.58 | 11.24 | 12.34 |
| 69. | 6.42 | 5.83 | 3.22 | 5.98 | 4.73 | 2.24 | 20.60 | 10.61 | 9.99  |
| 70. | 6.97 | 6.11 | 3.43 | 6.88 | 5.59 | 3.14 | 23.90 | 10.67 | 13.23 |
| 71. | 6.46 | 5.31 | 3.68 | 5.67 | 4.03 | 2.36 | 22.40 | 10.81 | 11.59 |
| 72. | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 73. | 5.73 | 4.69 | 3.11 | 5.30 | 4.15 | 2.52 | 23.10 | 9.89  | 24.80 |
| 74. | 6.66 | 5.57 | 3.13 | 6.66 | 6.61 | 2.54 | 24.65 | 11.31 | 13.34 |
| 75. | 6.18 | 5.30 | 3.54 | 6.04 | 4.25 | 2.61 | 22.89 | 11.18 | 11.71 |
| 76. | 5.68 | 5.04 | 2.61 | 6.09 | 4.81 | 2.45 | 21.58 | 9.35  | 12.23 |
| 77. | 5.83 | 5.43 | 3.58 | 6.10 | 5.14 | 2.88 | 21.28 | 11.78 | 9.50  |
| 78. | 6.75 | 5.27 | 3.17 | 6.18 | 4.84 | 2.72 | 27.03 | 13.39 | 13.64 |
| 79. | 6.32 | 5.08 | 3.40 | 6.19 | 4.33 | 2.75 | 21.94 | 9.09  | 12.85 |
| 80. | 7.00 | 5.85 | 2.96 | 5.40 | 4.35 | 2.65 | 26.65 | 11.85 | 14.80 |
| 81. | 6.46 | 5.15 | 3.11 | 6.05 | 5.13 | 3.23 | 20.70 | 8.65  | 12.05 |
| 82. | 6.19 | 5.50 | 3.39 | 5.55 | 4.10 | 2.54 | 24.72 | 9.85  | 14.87 |
| 83. | 6.30 | 5.66 | 3.60 | 5.68 | 4.34 | 2.87 | 22.38 | 10.86 | 11.52 |
| 84. | 6.44 | 5.91 | 3.85 | 6.62 | 4.72 | 3.24 | 22.91 | 11.06 | 11.95 |
| 85. | 6.85 | 5.46 | 2.81 | 6.46 | 4.72 | 2.63 | 24.44 | 11.80 | 12.64 |
| 86. | 6.25 | 5.22 | 3.27 | 5.87 | 4.58 | 2.46 | 22.11 | 10.22 | 11.89 |
| 87. | 6.26 | 5.68 | 3.36 | 5.73 | 4.25 | 2.87 | 26.29 | 11.15 | 15.14 |
| 88. | 6.10 | 4.70 | 2.63 | 6.46 | 5.11 | 2.25 | 23.51 | 12.54 | 10.99 |
| 89. | 6.14 | 4.66 | 2.52 | 6.09 | 4.48 | 2.44 | 25.82 | 11.30 | 14.52 |
| 90. | Excl |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 91. | 6.30 | 5.84 | 3.90 | 6.37 | 4.71 | 3.19 | 22.30 | 9.83  | 12.47 |
| 92. | 6.49 | 4.85 | 2.50 | 5.93 | 4.25 | 2.11 | 27.53 | 12.89 | 14.64 |
| 93. | 5.40 | 3.45 | 2.34 | 5.38 | 3.81 | 2.62 | 20.84 | 9.89  | 10.95 |
| 94. | Exc  |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 95. | 6.85 | 6.36 | 3.51 | 6.61 | 5.39 | 2.94 | 28.29 | 11.93 | 16.36 |
| 96. | 6.26 | 5.21 | 3.22 | 5.91 | 4.60 | 2.97 | 25.19 | 11.17 | 14.02 |

**Excl** = Dentes excluídos após a obtenção das dimensões, por serem muito discrepantes. Dezesseis foram excluídos, permanecendo 80 dentes.

## 8.2- ANEXO 2

FIGURA 8.1 - Esquema representativo da divisão dos dentes em conjuntos e sorteio para distribuição em grupos experimentais e grupo controle



### 8.3 - ANEXO 3

Quadro 8.2 – Distribuição dos dentes em grupos experimentais e controle

| GRUPOS  | DENTES |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| GRUPO 1 | 68     | 93 | 75 | 74 | 15 | 11 | 59 | 41 | 86 | 85 |
| GRUPO 2 | 73     | 19 | 29 | 06 | 55 | 18 | 54 | 84 | 51 | 14 |
| GRUPO 3 | 70     | 35 | 95 | 03 | 09 | 31 | 56 | 36 | 87 | 38 |
| GRUPO 4 | 76     | 79 | 01 | 22 | 82 | 33 | 37 | 26 | 65 | 57 |
| GRUPO 5 | 47     | 20 | 05 | 67 | 91 | 52 | 48 | 21 | 10 | 07 |
| GRUPO 6 | 83     | 77 | 40 | 64 | 08 | 96 | 16 | 63 | 69 | 53 |
| GRUPO 7 | 88     | 78 | 46 | 02 | 62 | 24 | 81 | 28 | 58 | 89 |
| GRUPO 8 | 71     | 80 | 23 | 60 | 92 | 50 | 13 | 32 | 25 | 44 |

Quadro 8.3 - Tratamentos restauradores para cada grupo experimental

| GRUPOS | TRATAMENTOS   |
|--------|---|
| GRUPO1 | 2 cristas marginais removidas / resina composta                 |
| GRUPO2 | 2 cristas marginais removidas / pino metálico + resina composta |
| GRUPO3 | 2 cristas marginais removidas / pino carbono + resina composta  |
| GRUPO4 | 1 crista marginal removida / resina composta                    |
| GRUPO5 | 1 crista marginal removida / pino metálico + resina composta    |
| GRUPO6 | 1 crista marginal removida / pino carbono + resina composta     |
| GRUPO7 | acesso endodôntico / resina composta                            |
| GRUPO8 | Controle / sem tratamento restaurador                           |

## 8.4. ANEXO 4

QUADRO 8.4) Divisão aleatória em blocos, determinando a ordem de confecção das restaurações:

|                            | Grupos | Dentes | Características     | Restaurações              |
|----------------------------|--------|--------|---------------------|---------------------------|
| B<br>L<br>O<br>C<br>O<br>1 | 1      | 68     | 2 cristas removidas | Compósito                 |
|                            | 6      | 83     | 1 crista removida   | Pino carbono /compósito   |
|                            | 7      | 88     | Acesso endodôntico  | Compósito                 |
|                            | 3      | 70     | 2 cristas removidas | Pino carbono /compósito   |
|                            | 5      | 47     | 1 crista removida   | Pino metálico / compósito |
|                            | 4      | 76     | 1 crista removida   | compósito                 |
|                            | 8      | 71     | Íntegro             | -----                     |
|                            | 2      | 73     | 2 cristas removidas | Pino metálico/compósito   |

|                            | Grupos | Dentes | Características     | Restaurações              |
|----------------------------|--------|--------|---------------------|---------------------------|
| B<br>L<br>O<br>C<br>O<br>2 | 1      | 85     | 2 cristas removidas | Compósito                 |
|                            | 4      | 57     | 1 crista removida   | Compósito                 |
|                            | 5      | 07     | 1 crista removida   | Pino metálico / compósito |
|                            | 6      | 53     | 1 crista removida   | Pino carbono / compósito  |
|                            | 2      | 14     | 2 cristas removidas | Pino metálico / compósito |
|                            | 8      | 44     | Íntegro             | -----                     |
|                            | 7      | 89     | Acesso endôntico    | Compósito                 |
|                            | 3      | 38     | 2 cristas removidas | Pino carbono /compósito   |

|                            | Grupos | Dentes | Características                    | Restaurações             |
|----------------------------|--------|--------|------------------------------------|--------------------------|
| B<br>L<br>O<br>C<br>O<br>3 | 2      | 19     | 2 cristas removidas                | Pino metálico/ compósito |
|                            | 7      | 78     | Acesso endodôntico                 | Compósito                |
|                            | 5      | 20     | 1 crista removida                  | Pino metálico/ compósito |
|                            | 8      | 80     | Íntegro                            | -----                    |
|                            | 6      | 77     | <b>Eliminado durante a fase de</b> | <b>preparo cavitário</b> |
|                            | 1      | 93     | 2 cristas removidas                | Compósito                |
|                            | 3      | 35     | 2 cristas removidas                | Pino carbono / compósito |
|                            | 4      | 79     | 1 crista removida                  | Compósito                |

|                            | Grupos | Dentes | Características     | Restaurações              |
|----------------------------|--------|--------|---------------------|---------------------------|
| B<br>L<br>O<br>C<br>O<br>4 | 3      | 87     | 2 cristas removidas | Pino carbono / compósito  |
|                            | 7      | 58     | Acesso endodôntico  | Compósito                 |
|                            | 4      | 65     | 1 crista removida   | Compósito                 |
|                            | 2      | 51     | 2 cristas removidas | Pino metálico / compósito |
|                            | 1      | 86     | 2 cristas removidas | Compósito                 |
|                            | 8      | 25     | Íntegro             | -----                     |
|                            | 5      | 10     | 1 crista removida   | Pino metálico / compósito |
|                            | 6      | 69     | 1 crista removida   | Pino carbono / compósito  |

|                            | Grupos | Dentes | Características     | Restaurações              |
|----------------------------|--------|--------|---------------------|---------------------------|
| B<br>L<br>O<br>C<br>O<br>5 | 3      | 95     | 2 cristas removidas | Pino carbono / compósito  |
|                            | 1      | 75     | 2 cristas removidas | Compósito                 |
|                            | 2      | 29     | 2 cristas removidas | Pino metálico / compósito |
|                            | 7      | 46     | Acesso endodôntico  | Compósito                 |
|                            | 5      | 05     | 1 crista removida   | Pino metálico / compósito |
|                            | 4      | 01     | 1 crista removida   | Compósito                 |
|                            | 8      | 23     | Íntegro             | -----                     |
|                            | 6      | 40     | 1 crista removida   | Pino carbono / compósito  |

|                            | Grupos | Dentes | Características     | Restaurações              |
|----------------------------|--------|--------|---------------------|---------------------------|
| B<br>L<br>O<br>C<br>O<br>6 | 8      | 32     | Íntegro             | -----                     |
|                            | 7      | 28     | Acesso endôntico    | Compósito                 |
|                            | 2      | 84     | 2 cristas removidas | Pino metálico / compósito |
|                            | 3      | 36     | 2 cristas removidas | Pino carbono / compósito  |
|                            | 6      | 63     | 1 crista removida   | Pino carbono / compósito  |
|                            | 5      | 21     | 1 crista removida   | Pino metálico / compósito |
|                            | 1      | 41     | 2 cristas removidas | Compósito                 |
|                            | 4      | 26     | 1 crista removida   | compósito                 |

|                            | Grupos | Dentes | Características     | Restaurações              |
|----------------------------|--------|--------|---------------------|---------------------------|
| B<br>L<br>O<br>C<br>O<br>7 | 2      | 06     | 2 cristas removidas | Pino metálico / compósito |
|                            | 1      | 74     | 2 cristas removidas | Compósito                 |
|                            | 4      | 22     | 1 cristas removida  | Compósito                 |
|                            | 6      | 02     | Acesso endôntico    | Compósito                 |
|                            | 8      | 60     | Íntegro             | -----                     |
|                            | 3      | 03     | 2 cristas removidas | Pino carbono / compósito  |
|                            | 6      | 64     | 1 crista removida   | Pino carbono / compósito  |
|                            | 5      | 67     | 1 crista removida   | Pino metálico / compósito |

|  | Grupos | Dentes | Características                  | Restaurações              |
|--|--------|--------|----------------------------------|---------------------------|
| <b>B<br/>L<br/>O<br/>C<br/>O<br/>8</b> | 1      | 59     | 2 cristas removidas              | Compósito                 |
|  | 6      | 16     | 1 crista removida                | Pino carbono / compósito  |
|  | 3      | 56     | 2 cristas removida               | Pino carbono / compósito  |
|  | 5      | 48     | <b>Eliminado durante fase de</b> | <b>inclusão em resina</b> |
|  | 2      | 54     | <b>Eliminado durante fase de</b> | <b>preparo cavitário</b>  |
|  | 8      | 13     | Íntegro                          | -----                     |
|  | 4      | 37     | 1 crista removida                | Compósito                 |
|  | 7      | 81     | Acesso endodôntico               | Compósito                 |

|  | Grupos | Dentes | Características                  | Restaurações              |
|--|--------|--------|----------------------------------|---------------------------|
| <b>B<br/>L<br/>O<br/>C<br/>O<br/>9</b> | 5      | 91     | 1 crista removida                | Pino metálico / compósito |
|  | 2      | 55     | 2 cristas removidas              | Pino metálico / compósito |
|  | 1      | 15     | 2 cristas removidas              | Compósito                 |
|  | 7      | 62     | Acesso endodôntico               | Compósito                 |
|  | 4      | 82     | 1 crista removida                | Compósito                 |
|  | 6      | 08     | 1 crista removida                | Pino carbono / compósito  |
|  | 8      | 92     | Íntegro                          | -----                     |
|  | 3      | 09     | <b>Eliminado durante fase de</b> | <b>inclusão em resina</b> |

|   | Grupos | Dentes | Características     | Restaurações              |
|---|--------|--------|---------------------|---------------------------|
| <b>B<br/>L<br/>O<br/>C<br/>O<br/>10</b> | 8      | 50     | Íntegro             | ----                      |
|   | 6      | 96     | 1 crista removida   | Pino carbono / compósito  |
|   | 5      | 52     | 1 crista removida   | Pino metálico / compósito |
|   | 3      | 31     | 2 cristas removidas | Pino carbono / compósito  |
|   | 2      | 18     | 2 cristas removidas | Pino metálico / compósito |
|   | 4      | 33     | 1 crista removida   | Compósito                 |
|   | 7      | 24     | Acesso endodôntico  | Compósito                 |
|   | 1      | 11     | 2 cristas removidas | Compósito                 |



## 8.5. ANEXO 5

**QUADRO 8.5 -** Tabulação dos valores de resistência à fratura, por grupo experimental, e das observações relativas ao padrão de fratura após o teste de compressão

| <b>ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA</b> |             |               |           |              |                    |                           |
|--|-------------|---------------|-----------|--------------|--------------------|---------------------------|
| <b>GRUPO</b>                           | <b>Pino</b> | <b>Crista</b> | <b>n°</b> | <b>dente</b> | <b>Força (KgF)</b> | <b>Padrão de fratura*</b> |
| <b>GRUPO 1</b>                         | Não         | 2 debil.      | 1.        | 68           | 107.90             | CR/T/c                    |
|  |             |               | 2.        | 93           | 75.22              | R/T/m                     |
|  |             |               | 3.        | 75           | 125.77             | CR/T/c                    |
|  |             |               | 4.        | 74           | 117.90             | CR/T/c                    |
|  |             |               | 5.        | 15           | 84.79              | R/T/m                     |
|  |             |               | 6.        | 59           | 114.90             | R/T/m                     |
|  |             |               | 7.        | 41           | 77.60              | C/T/c                     |
|  |             |               | 8.        | 86           | 100.20             | CR/T/c                    |
|  |             |               | 9.        | 85           | 87.52              | R/T/m                     |
|  |             |               | 10.       | 11           | ----               | Fraturou bloco res.       |
| <b>GRUPO 2</b>                         | Flexi-post  | 2 debil.      | 11.       | 73           | 80.04              | CR/L/m                    |
|  |             |               | 12.       | 19           | 72.08              | CR/L/a                    |
|  |             |               | 13.       | 29           | 94.29              | C/T                       |
|  |             |               | 14.       | 06           | 88.41              | R/T/a                     |
|  |             |               | 15.       | 55           | 80.58              | CR/T/c                    |
|  |             |               | 16.       | 18           | 75.85              | CR/L/m                    |
|  |             |               | 17.       | 84           | 104.10             | CR/L/m                    |
|  |             |               | 18.       | 51           | 81.65              | CR/L/a                    |
|  |             |               | 19.       | 14           | 47.08              | CR/L/a                    |
|  |             |               | 20.       | 54           | -----              |                           |

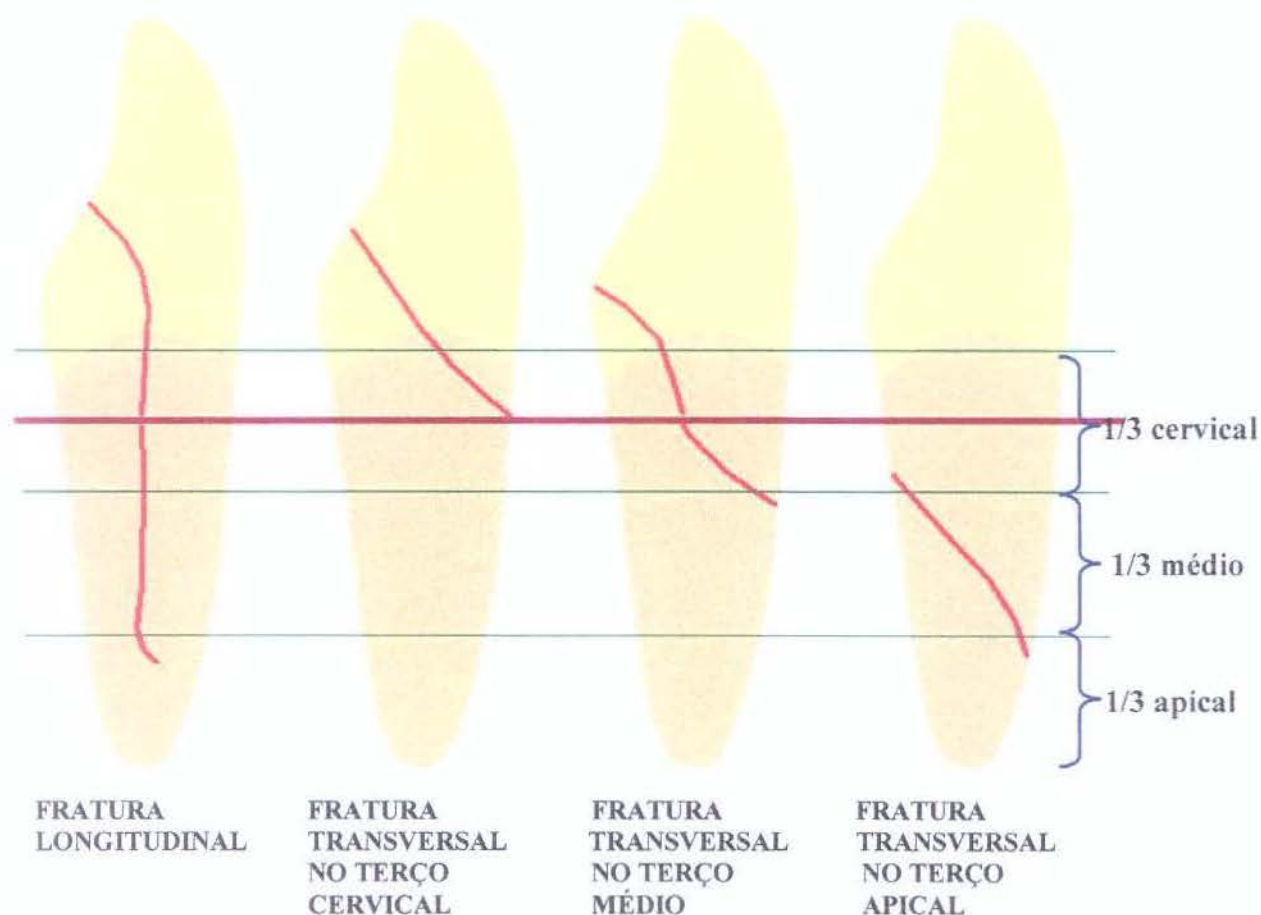
|                |            |          |     |    |        |        |
|----------------|------------|----------|-----|----|--------|--------|
| <b>GRUPO 3</b> | C-post     | 2 debil. | 21. | 70 | 72.99  | R/T/m  |
|                |            |          | 22. | 35 | 85.63  | CR/L/m |
|                |            |          | 23. | 95 | 109.70 | CR/T/m |
|                |            |          | 24. | 03 | 84.95  | R/T/m  |
|                |            |          | 25. | 09 | ----   |        |
|                |            |          | 26. | 31 | 88.63  | C/T    |
|                |            |          | 27. | 56 | 77.95  | R/T/m  |
|                |            |          | 28. | 36 | 100.00 | CR/L/m |
|                |            |          | 29. | 87 | 115.20 | CR/T/m |
|                |            |          | 30. | 38 | 114.80 | CR/T/c |
| <b>GRUPO 4</b> | Não        | 1 debil. | 31. | 76 | 53.92  | CR/T/c |
|                |            |          | 32. | 79 | 105.70 | CR/T/m |
|                |            |          | 33. | 01 | 102.00 | R/T/a  |
|                |            |          | 34. | 22 | 71.66  | R/T/m  |
|                |            |          | 35. | 82 | 56.71  | CR/T/c |
|                |            |          | 36. | 33 | 99.04  | CR/T/c |
|                |            |          | 37. | 37 | 59.65  | R/T/m  |
|                |            |          | 38. | 26 | 54.83  | CR/T/m |
|                |            |          | 39. | 65 | 106.70 | R/T/a  |
|                |            |          | 40. | 57 | 124.80 | CR/T/m |
| <b>GRUPO 5</b> | Flexi-post | 1 debil. | 41. | 47 | 90.03  | CR/L/a |
|                |            |          | 42. | 20 | 104.70 | R/T/m  |
|                |            |          | 43. | 05 | 98.90  | R/L/a  |
|                |            |          | 44. | 67 | 89.12  | R/T/a  |
|                |            |          | 45. | 91 | 96.80  | R/T/m  |
|                |            |          | 46. | 52 | 90.73  | R/T/a  |
|                |            |          | 47. | 21 | 90.73  | R/T/m  |
|                |            |          | 48. | 10 | 84.79  | R/T/a  |
|                |            |          | 49. | 07 | 98.06  | R/T/m  |
|                |            |          | 50. | 48 | ----   |        |

|                |        |              |     |    |        |                     |
|----------------|--------|--------------|-----|----|--------|---------------------|
| <b>GRUPO 6</b> | C-post | l debil.     | 51. | 83 | 95.11  | CR/L/a              |
|                |        |              | 52. | 77 | -----  |                     |
|                |        |              | 53. | 40 | 123.10 | CR/T/m              |
|                |        |              | 54. | 64 | 53.15  | CR/L/m              |
|                |        |              | 55. | 08 | 101.80 | CR/L/m              |
|                |        |              | 56. | 96 | 157.00 | R/T/m               |
|                |        |              | 57. | 16 | 51.96  | R/L/a               |
|                |        |              | 58. | 63 | 92.82  | R/L/m               |
|                |        |              | 59. | 69 | 92.61  | R/L/m               |
|                |        |              | 60. | 53 | 72.50  | R/T/m               |
| <b>GRUPO 7</b> | Não    | Acesso endod | 61. | 88 | 85.94  | R/T/m               |
|                |        |              | 62. | 78 | 100.60 | R/T/a               |
|                |        |              | 63. | 46 | 67.05  | R/T/a               |
|                |        |              | 64. | 02 | 115.00 | R/T/m               |
|                |        |              | 65. | 62 | 84.93  | R/T/m               |
|                |        |              | 66. | 24 | 109.10 | R/T/m               |
|                |        |              | 67. | 81 | 123.20 | CR/T/c              |
|                |        |              | 68. | 28 | 65.11  | R/T/m               |
|                |        |              | 69. | 58 | 67.05  | R/T/a               |
|                |        |              | 70. | 89 | 145.30 | R/T/m               |
| <b>GRUPO 8</b> | Não    | Higido       | 71. | 71 | 100.10 | R/T/m               |
|                |        |              | 72. | 80 | 84.58  | CR/T/c              |
|                |        |              | 73. | 23 | 90.54  | R/T/m               |
|                |        |              | 74. | 60 | 102.50 | R/T/m               |
|                |        |              | 75. | 92 | 165.10 | R/T/m               |
|                |        |              | 76. | 50 | 121.00 | R/T/a               |
|                |        |              | 77. | 13 | 90.66  | R/T/m               |
|                |        |              | 78. | 32 | 68.03  | R/T/m               |
|                |        |              | 79. | 25 | -----  | Fraturou bloco res. |
|                |        |              | 80. | 44 | 118.50 | R/T/a               |

\* **C** = fratura coronária; **R** = fratura radicular; **T** = fratura transversal; **L** = fratura longitudinal; **c, m** ou **a** = fratura no 1/3 cervical, médio ou apical da raiz.

## 8.6 - ANEXO 6

FIGURA 8.2 - Representação esquemática dos tipos de fratura para classificação\* e avaliação.



\* As fraturas foram classificadas segundo sua inclinação longitudinal (paralela ao longo eixo do dente) e transversal (inclinada em relação ao longo eixo do dente). Essa última foi classificada segundo o terço radicular em que se encontra sua projeção mais apical (por exemplo, fratura localiza-se em grande parte no terço médio, mas sua projeção atinge o terço apical, é classificada como fratura transversal no terço apical).

## 8.7- ANEXO 7

**TABELA 8.1** – Ocorrência de tipo de fratura por grupo experimental.

| GRUPO   | Característica <sup>#</sup> | Frat T 1/3 c* | Frat T 1/3 m* | Frat T 1/3 a* | Frat L* |
|---------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| Grupo 1 | 2 cristas/res               | 6             | 3             | -             | -       |
| Grupo 2 | 2 cristas/pino m            | 2             | -             | 1             | 6       |
| Grupo 3 | 2 cristas/pino c            | 2             | 4             | 1             | 2       |
| Grupo 4 | 1 crista/res                | 3             | 5             | 2             | -       |
| Grupo 5 | 1 crista/pino m             | -             | 4             | 3             | 2       |
| Grupo 6 | 1 crista/pino c             | -             | 3             | -             | 6       |
| Grupo 7 | acesso endo                 | 1             | 6             | 3             | -       |
| Grupo 8 | íntegro                     | 1             | 6             | 2             | -       |

\* Frat = fratura; T = transversal; L = longitudinal; c = cervical; m = médio; a = apical

<sup>#</sup> Res = resina; pino m = pino metálico; pino c = pino de carbono; acesso endo = acesso endodôntico

**TABELA 8.2** – Ocorrência de tipo de fratura para diferentes tratamentos restauradores

| GRUPOS            | Característica   | Frat T 1/3 c | Frat T 1/3 m | Frat T 1/3 a | Frat L |
|-------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| Grupo 1 + grupo 4 | Resina composta  | 9            | 8            | 2            | -      |
| Grupo 2 + grupo 5 | Pinos metálicos  | 2            | 4            | 4            | 8      |
| Grupo 3 + grupo 6 | Pinos de carbono | 2            | 7            | 1            | 8      |
| Grupo 7 + grupo 8 | Resina/íntegro   | 2            | 12           | 5            | -      |