

EUDES GONDIM JUNIOR C.D.

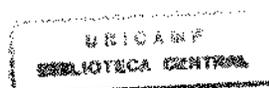
**ESTUDO DOS EFEITOS DO PREPARO SÔNICO E ULTRA-SÔNICO DE
CAVIDADES RETRÓGRADAS EM DENTES RECÉM EXTRAÍDOS**

Análise de réplicas com microscópio eletrônico de varredura

**Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de
Piracicaba - Universidade Estadual de Campinas
para obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica**

Piracicaba

1999



EUDES GONDIM JUNIOR C.D.

**ESTUDO DOS EFEITOS DO PREPARO SÔNICO E ULTRA-SÔNICO DE
CAVIDADES RETRÓGRADAS EM DENTES RECÉM EXTRAÍDOS**

Análise de réplicas com microscópio eletrônico de varredura

**Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de
Piracicaba - Universidade Estadual de Campinas
para obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica**

Área de concentração: Endodontia

**Orientador: Prof. Dr. Francisco José de Souza
Filho**

**Banca Examinadora: Prof. Dr. Jaime Maurício
Leal e Prof. Dr. Pedro Felício Estrada Bernabé**

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 21/02/2000


Assinatura do Orientador

Piracicaba

1999

UNIDADE	00
N.º CHAMADA:	T/UNICAMP
	G-586e
V.	0
Ex.	
TOMBO BC/	40836
PROG.	278100
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	311,00
DATA	04/07/00
N.º CPD	

CM-00139683-6

Ficha Catalográfica

G586e Gondim Junior, Eudes.
 Estudo dos efeitos do preparo sônico e ultra-sônico de cavidades retrógradas em dentes recém extraídos : análise de réplicas com microscópio eletrônico de varredura. / Eudes Gondim Junior. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1999.
 172p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Equipamento ultra-sônico. 2. Cirurgia. 3. Cavidade dentária – Preparo. 4. Microscopia eletrônica de varredura. I. Souza Filho, Francisco José de. 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.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 02 de Dezembro de 1999, considerou o candidato EUDES GONDIM JUNIOR aprovado.

1. Prof. Dr. FRANCISCO JOSE DE SOUZA FILHO

2. Prof. Dr. JAYME MAURÍCIO LEAL

3. Prof. Dr. PEDRO FELÍCIO ESTRADA BERNABÉ

***“MAIS IMPORTANTE QUE TER FÉ EM DEUS
É CONFIAR NELE.”***

“A prosperidade de alguns homens públicos no Brasil é uma prova evidente de que eles vêm lutando pelo progresso de nosso subdesenvolvimento.”
Stanislaw Ponte Preta

À minha querida avó Elza Bresciane Gondim, por todo o seu amor dedicado a tantas gerações. A morte faz parte do ciclo da vida, que ela descanse em paz.

Aos meu pais, Eudes e Wanda pela dignidade,
força, confiança, amor e dedicação que orientam o
rumo da minha vida.

À minha noiva Andrea, pelo carinho, apoio e
compreensão nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa de seu diretor Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum, de quem recebi o apoio necessário para realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Altair Cury, competente e dedicada coordenadora da pós graduação, pelo grande apoio e carinho recebido ao longo de todos esses anos de convívio na Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

À Profa. Dra. Mônica Campos Serra, competente coordenadora do curso de pós graduação em clínica odontológica da Faculdade de odontologia de Piracicaba, pelo apoio dispensado.

Ao Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho, meu orientador e amigo, pelo incentivo e orientação fundamentais para o enriquecimento e realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Jayme Aparecido Cury, a quem muito admiro, competente e dedicado cientista que nos abriu as portas de seu laboratório proporcionando condições para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Elliot W. Kitajima, a quem muito admiro, incansável e dedicado cientista que nos abriu as portas do NAP/MEPA-USP e de seus potentes microscópios, para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luis Valdrighi, a quem muito admiro, pelo crédito, apoio e incentivo.

Aos Professores Doutores Jaime Maurício Leal e Pedro Felício Estrada Bernabé, membros da banca examinadora, pelo apoio, carinho e imprescindíveis sugestões.

Aos Professores Doutores Alexandre Augusto Zaia, Luís Alexandre Paulillo e Marcio Moraes, membros da banca do exame de qualificação, pelas valiosas sugestões.

Ao amigo Rodrigo Nunes Rached, pelas valiosas contribuições a este trabalho.

Aos Professores Assistentes Doutores da Disciplina de Endodontia Brenda Gomes, Fabrício T. Batista e Caio Randi Martins, pelo suporte e incentivo.

Ao amigo Prof. Dr. Carlos Alberto Ferreira Murgel, pelo incentivo e pelas valiosas sugestões tão importantes à minha carreira.

Ao Dr. Chern Hsiung Lai, Professor da Faculdade de Odontologia da Universidade da Pensilvânia, meu grande exemplo de dedicação à pesquisa científica, pelo apoio e carinho fundamentais à minha carreira.

Ao Dr. Noboru Imura, exemplo de dedicação e profissionalismo, influência decisiva na minha opção pela Endodontia, pelo apoio e incentivo tão importantes nos meus primeiros passos.

Ao Prof. Dr. Breno Leite do NAP/MEPA-USP, pelo apoio e orientação.

À Professora Diva do Valle Brondi, pela revisão deste manuscrito.

Aos companheiros de Mestrado Assis, João Eduardo, João Odilo, Gerson e Eneida, e aos amigos Alessandro, Joli, Lúcio, Márcio, Vicente, pela amizade e incentivo.

Ao Dr. Walter Gubeissi Filho, pelo empenho na obtenção de parte dos dentes utilizados neste estudo.

A Nadir Viana da Costa, pela paciência e empenho dispensados durante a constituição deste trabalho.

A Heloisa Maria Ceccotti, diretora técnica da Biblioteca da Fop/Unicamp, pela orientação e auxílio na formatação das referências bibliográficas.

Às secretárias da pós-graduação, Érica Pinho e Sônia Maria Lordello Arthur, pelo apoio e orientação.

Ao senhor Nelson Maramaldo, pela amizade, incentivo e apoio irrestritos.

A Antônio Cardoso Andrade, exemplo de um verdadeiro vencedor, pela importante orientação e incentivo.

Ao meu cunhado Josué Aguiar, pela confecção dos artefatos de madeira utilizados neste trabalho.

A Sylvania Machado, bióloga, pelo grande auxílio durante meu aprendizado no NAP/MEPA-USP.

Aos prestativos funcionários da Endodontia, Denise, Rubens, Cida e Adailton.

A Dentsply Indústria e Comércio Ltda., representada pelos senhores Ciro Costa e Paulo Celso Domingues, pelo pronto fornecimento do material de moldagem.

A Gnatus Equipamentos Odontológicos, representada pelo senhor Rui Lança, pelo pronto fornecimento das pontas Satelec diamantadas.

A CAPES, pelo auxílio financeiro para a elaboração deste trabalho.

SÚMARIO

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE SÍMBOLOS

LISTA DE SIGLAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

RESUMO

SUMMARY

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	PROPOSIÇÃO	4
3.	REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1.	Cirurgia Parendodôntica	5
3.1.1.	Classificação	13
3.2.	Apicectomia	15
3.2.1.	Indicação	16
3.2.2.	Técnicas	17
3.2.3.	Biselamento radicular	20
3.2.4.	Extensão da porção radicular seccionada	22
3.3.	Preparo das cavidades retrógradas	25
3.3.1.	Profundidade da cavidade retrógrada	28
3.3.2.	Utilização de aparelhos sônicos e ultra-sônicos	29
3.3.3.	Preparos retrógrados sônicos e ultra-sônicos	34
3.4.	Seleção e avaliação dos espécimes	41
3.4.1.	Preparo das réplicas para avaliação no MEV	41
3.4.2.	Avaliação dos dados através da análise de imagens	44
4.	MATERIAL E MÉTODOS	46
4.1.	Seleção e preparo inicial dos espécimes	46
4.2.	Ressecção radicular apical	47
4.2.1.	Montagem das raízes no micrótomo e apicectomia	48
4.3.	Preparo das réplicas pré operatórias para análise no MEV	52
4.3.1.	Moldagem das raízes seccionadas	53
4.3.2.	Confecção das réplicas de resina epóxica	56
4.3.3.	Montagem das réplicas e obtenção das imagens no MEV	59
4.4.	Avaliação dos dados com o programa de análise de imagens	62
4.4.1.	Cálculo de áreas	64
4.4.2.	Cálculo de distâncias	66
4.4.3.	Identificação de microfraturas	71
4.5.	Classificação do tamanho das raízes	71
4.5.1.	Classificação das raízes pela área mineral (critério 1)	72

9.2.	Classificação do tamanho das raízes.....	164
9.2.1.	Classificação das raízes pela área mineral (critério 1).....	164
9.2.2.	Classificação das raízes pelas distâncias (critério 2)	166
9.3.	Planilha pré-operatória.....	169
9.4.	Planilha pós-operatória.....	171

LISTA DE ABREVIATURAS

dist.	distância
dr.	doutor
ed.	edição
et al.	et alii (e outros)
fig.	figura
n.	número
p.	página
prof.	professor
trat.	tratamento
v.	volume

LISTA DE SÍMBOLOS

A.	área
° C	grau centígrado
g.	grama
kHz	quilohertz
kV	quilovolt
MB	megabytes
MHz	megahertz
mm	milímetro
mm ²	milímetro quadrado
rpm	rotações por minuto
x	vezes
μA	miliampère
μm	micrometro
%	por cento
MMX®	tipo de processador da Intel
°	grau (geometria- unidade de medida de um ângulo)

LISTA DE SIGLAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
CAPES	FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR
EDTA	ETHYLENEDIAMINETETRAACETIC ACID (ÁCIDO ETILENODIAMINO TETRACÉTICO)
EUA	ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA
FOP	FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
MEV	MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA
MEVvp	MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA DE PRESSÃO VARIÁVEL
NAP/MEPA	NÚCLEO DE APOIO À PESQUISA/MICROSCOPIA ELETRÔNICA APLICADA À PESQUISA AGROPECUÁRIA/USP
ULV	ULTRA LIGHT VISCOSITY (ULTRA BAIXA VISCOSIDADE)
Unicamp	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
USP	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Corte da coroa e de parte da raiz com a lâmina Isomet.....	49
Figura 2. Micrótomo de tecido duro Precise S65.....	49
Figura 3. Suporte cilíndrico de metal e guia plástico de altura máxima.....	50
Figura 4. Detalhe da raiz posicionada no suporte com cera pegajosa.....	50
Figura 5. Suporte metálico posicionado na plataforma do micrótomo.....	51
Figura 6. Suporte metálico posicionado na plataforma do micrótomo durante o corte.....	51
Figura 7. Instrumento calibrador de cortes do micrótomo (marcação em micrometros).....	52
Figura 8. Raízes posicionadas na placa de acrílico no início da moldagem.....	54
Figura 9. Kit do material Aquasil ULV.....	55
Figura 10. Completo preenchimento de uma raiz com Aquasil ULV.....	55
Figura 11. Molde polimerizado com uma raiz no seu interior.....	57
Figura 12. Parte interna da moldagem vista com um microscópio clínico.....	57
Figura 13. Suporte acrílico que encaixa-se ao agitador de tubos de ensaio.....	58
Figura 14. Suporte acoplado à peanha do agitador de tubos de ensaio.....	58
Figura 15. Colocação da resina no molde com auxílio de um pincel.....	60
Figura 16. Amostras de réplicas após a polimerização.....	60
Figura 17. Réplicas de duas raízes montadas no “stub”, prontas para serem metalizadas.....	61
Figura 18. Réplica da superfície apical seccionada da raiz de um incisivo central superior.....	65
Figura 19. Réplica da superfície apical com área total demarcada pelo programa Imagelab.....	65
Figura 20. Réplica da superfície apical com área do canal demarcada pelo programa Imagelab.....	66
Figura 21. Superfície apical com as linhas demarcadas passando pela região central do canal (incisivo lateral superior).....	68
Figura 22. Superfície apical com as distâncias X, X1, Y e Y1 demarcadas.....	68
Figura 23. Superfície apical com a distância A demarcada.....	69
Figura 24. Superfície apical com a distância B demarcada.....	69
Figura 25. Superfície apical com a distância C demarcada.....	70
Figura 26. Superfície apical com a distância D demarcada.....	70
Figura 27. Ponta para microcirurgia K.I.S. número 1.....	77
Figura 28. Pontas Satelec para ultra-som S12 D- diamantada (acima) e S12- sem diamante.....	77
Figura 29. Aparelho sônico Sonicflex 2000 N com o sistema Sonicretro.....	78
Figura 30. Ponta número 16 do sistema Sonicretro.....	78
Figura 31. Raiz posicionada no suporte durante o preparo da cavidade retrógrada.....	81
Figura 32. Raiz úmida sendo preparada no suporte vista com um microscópio clínico (13x).....	81

Figura 33. Réplica da superfície apical com a cavidade retrógrada preparada demarcada pelo programa Imagelab.....	85
Figura 34. Réplica da superfície apical pós-operatória (trat.2) com as distâncias X, X1, Y e Y1 demarcadas.....	86
Figura 35. Réplica da superfície apical pós-operatória com as distâncias C (horizontal) e D (vertical) demarcadas.....	86
Figura 36. Setas: superfície irregular na margem superior da cavidade de um incisivo inferior (aumento de 40x).....	87
Figura 37. Dificuldade de observação das microfraturas na margem da cavidade retrógrada com aumento de 40x.....	88
Figura 38. Margem superior da mesma cavidade retrógrada da figura 37 no aumento de 150x (incisivo lateral superior).....	89
Figura 39. A mesma cavidade da figura 38 (150x) com a microfratura demarcada para cálculo no Imagelab.....	89
Figura 40. Superfície apical no aumento de 40x sem microfraturas ou irregularidades (incisivo central superior).....	92
Figura 41. Região do canal no aumento de 150x sem microfraturas ou irregularidades (canino superior).....	92
Figura 42. Réplica da superfície apical seccionada de um incisivo lateral superior (aumento de 18x).....	93
Figura 43. Raiz que originou a réplica da fig.42, após o preparo e análise no MEV (aumento de 18x)....	93
Figura 44. Réplica da superfície apical seccionada preparada por uma ponta ultra-sônica s/ diamante (18x).....	98
Figura 45. Mesma réplica da fig. 44 (40X). Presença de uma margem de ranhuras por toda cavidade (0,3 mm ² de área).....	99
Figura 46. Mesma réplica da fig. 45 (150X). Presença de superfície irregular e microfraturas.....	99
Figura 47. Réplica de cavidade de um incisivo inferior (trat.4). Cavidade homogênea mesmo sendo um dente pequeno (40x).....	100
Figura 48. Mesma réplica da fig. 47 (150X). Apesar do desgaste excessivo da margem superior, não há microfraturas.....	100
Figura 49. Degraus formados pelo preparo com uma ponta ultra-sônica diamantada (150x). Incisivo lateral superior.....	101
Figura 50. Mesma réplica da fig. 49 (500X). Note a precisão da técnica pelas estrias dos túbulos dentinários.....	101
Figura 51. Réplica de cavidade de um canino inferior preparado com sonicflex. Note a superfície irregular (40x).....	102

Figura 52. Réplica de cavidade de um incisivo inferior (trat. 3). Apesar da dist. XI (0,21mm), não há microfraturas (40x).....	102
Figura 53. Réplica de cavidade preparada com sonicflex (40x). Note o padrão “escavado”de preparo desse sistema.	103
Figura 54. Mesma réplica da fig.53 (150x). Detalhe do padrão de preparo do sonicflex (escavado).	103
Figura 55. Réplica da raiz de um canino superior preparado com a ponta KIS, tratamento 1 (40X).....	104
Figura 56. Mesma réplica da fig. 55 com aumento de 150x. Presença de uma microfratura na margem superior (seta).....	104
Figura 57. Réplica da raiz preparada de um lateral superior (40X) Preparos com as pontas KIS (trat. 1) são menores.	105
Figura 58. Réplica do preparo de um incisivo inferior com ranhuras (150x). Cavidade preparada com pontas KIS (trat.1).....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Divisão dos Grupos experimentais.	76
Tabela 2. Quadro da Análise de Variância para variável ranhuras marginais ou “marginal chipping”	106
Tabela 3. Médias e desvios padrão das áreas de ranhuras marginais para o fator Grupo Dental.	107
Tabela 4. Médias e desvios padrão das áreas de ranhuras marginais para o fator Tratamento.	107
Tabela 5. Médias e desvios padrão das áreas de ranhuras marginais para o fator Tamanho.	107
Tabela 6. Quadro da Análise de Variância para variável microfratura.	108
Tabela 7. Médias e desvios padrão das microfraturas para o fator Grupo Dental.	108
Tabela 8. Médias e desvios padrão das microfraturas para o fator Tratamento.	109
Tabela 9. Médias e desvios padrão das microfraturas para o fator Tamanho.	109
Tabela 10. Quadro da Análise de Variância para variável aumento da área do canal.	109
Tabela 11. Médias e desvios padrão da porcentagem de aumento da área do canal para o fator Grupo Dental.	110
Tabela 12. Médias e desvios padrão da porcentagem de aumento da área do canal para o fator Tratamento.	110
Tabela 13. Quadro da Análise de Variância para variável perda de estrutura mineral.	111
Tabela 14. Médias e desvios padrão da perda de estrutura mineral para o fator Grupo Dental.	112
Tabela 15. Médias e desvios padrão da perda de estrutura mineral para o fator Tratamento.	112
Tabela 16. Médias e desvios padrão da perda de estrutura mineral para o fator Tamanho.	112
Tabela 17. Análise das correlações entre as principais variáveis*.	113
Tabela 18. Valores das três áreas calculadas expressas em mm ² das raízes do Grupo I (caninos superiores).	159
Tabela 19. Valores das três áreas calculadas expressas em mm ² das raízes do Grupo II (caninos inferiores).	160
Tabela 20. Valores das três áreas calculadas expressas em mm ² das raízes do Grupo III (incisivos centrais superiores).	160
Tabela 21. Valores das três áreas calculadas expressas em mm ² das raízes do Grupo IV (incisivos laterais superiores).	160
Tabela 22. Valores das três áreas calculadas expressas em mm ² das raízes do Grupo V (incisivos inferiores).	161
Tabela 23. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo I (caninos superiores).	161
Tabela 24. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo II (caninos inferiores).	162

Tabela 25. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo III (incisivos centrais superiores).....	162
Tabela 26. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo IV (incisivos laterais superiores).....	163
Tabela 27. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo V (incisivos inferiores).	163

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo I (critério 1).....	74
Gráfico 2. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo I (critério 2).	74
Gráfico 3. Distribuição das raízes que desenvolveram microfraturas de acordo com os tipos de tratamento.	94
Gráfico 4. Distribuição das raízes que desenvolveram microfraturas de acordo com os grupos dentais....	95
Gráfico 5. Quantidade de raízes microfraturadas em relação ao tamanho das raízes.	95
Gráfico 6. Diferença do número de raízes que apresentaram microfraturas nos aumentos 40 e 150x.	96
Gráfico 7. Distribuição das raízes que possuem as menores distâncias X, X1, Y, Y1 (pré) maiores ou menores que 1mm.	96
Gráfico 8. Médias das áreas calculadas das microfraturas de acordo com os tipos de tratamento (n= número de raízes que apresentaram superfícies microfraturadas).	97
Gráfico 9. Médias das áreas calculadas de ranhuras marginais de acordo com os tipos de tratamento (n= número de raízes que apresentaram superfícies com ranhuras).	97
Gráfico 10. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo II.	164
Gráfico 11. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo III.	165
Gráfico 12. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo IV.	165
Gráfico 13. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo V.	166
Gráfico 14. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo II.	167
Gráfico 15. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo III.	167
Gráfico 16. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo IV.	168
Gráfico 17. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo V.	168

RESUMO

GONDIM JUNIOR, EUDES. **Estudo dos efeitos do preparo sônico e ultra-sônico de cavidades retrógradas em dentes recém extraídos. Análise de réplicas com microscópio eletrônico de varredura.** Piracicaba, 1999. 172p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

A nova geração de instrumentos sônicos e ultra sônicos desenvolvidas para o preparo de cavidades retrógradas vem tornando os preparos mais conservadores, profundos e alinhados ao longo eixo do canal radicular. Entretanto, estudos “in vitro” mostram o aparecimento de ranhuras e microfraturas nas superfícies seccionadas submetidas a estes tratamentos. O possível aparecimento de microfraturas em ápices estreitos e frágeis devido a ação vibratória destes sistemas é preocupante. Os objetivos deste estudo foram: avaliar a integridade das superfícies apicais seccionadas depois da utilização de pontas sônicas e ultra-sônicas para preparos retrógrados; determinar se estruturas radiculares mais finas e pequenas são mais susceptíveis a ação destes instrumentos; comparar quantitativamente a qualidade das cavidades retrógradas. Cinco grupos formados por 16 dentes anteriores humanos recém extraídos divididos por tipos de dentes e por tamanhos (pequenos e grandes) foram preparados das seguintes formas: tratamento 1- apicectomia e preparo ultra-sônico retrógrado com pontas KIS; tratamento 2- apicectomia e preparo ultra-sônico retrógrado com as pontas Satelec S-12 (sem diamante); tratamento 3- apicectomia e preparo com o sistema sônico Sonicflex e pontas diamantadas; tratamento 4- apicectomia e preparo ultra-sônico retrógrado com pontas Satelec S-12D (diamantadas). Réplicas das superfícies apicais seccionadas pré e pós-operatórias foram feitas através de moldagens de siloxano. Com o auxílio de um programa de análise de imagens, as imagens das réplicas feitas com um microscópio eletrônico de varredura foram avaliadas com relação às dimensões e a presença de microfraturas ou ranhuras. Os resultados mostraram não haver diferenças estatisticamente significativas em relação à presença de microfraturas ou ranhuras entre os tipos de dente, tratamentos e tamanho das raízes ($p>0,05$). O tratamento 3 produziu as cavidades menos conservadoras quando comparado aos outros tratamentos, tornando desaconselhável sua utilização em raízes pequenas como as dos incisivos inferiores.

SUMMARY

GONDIM JUNIOR, EUDES. **Effects of sonic and ultrasonic retrograde cavity preparation on root apexes of freshly extracted teeth. A scanning electron microscopic analysis.** Piracicaba 1999. 172p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

The new generation of sonic and ultrasonic root-end preparation devices has simplified the preparation of conservative and sufficiently deep cavities that follow the original path of the root canal. However, "in vitro" studies have demonstrated microfractures and marginal chipping in resected roots after the use of such instruments. The occasional appearance of lines of infraction when vibratory action of sonic and ultrasonic instruments are applied on narrow or more fragile apices raised some concern. The purposes of this study were: to evaluate the integrity of resected root-end surfaces after using sonic and ultrasonic tips for retrograde preparation; to determine if finer and smaller roots are more susceptible to sonic and ultrasonic vibratory action; to compare quantitatively the quality of the root-end cavities. Five groups of 16 freshly extracted human anterior teeth divided by anatomic group and size (small or big) were prepared as follows: treatment 1 - root-end resection and root-end cavity preparation with KIS ultrasonic retrotips; treatment 2 - resection and preparation with Satelec S-12 (no diamond coated) ultrasonic retrotips; treatment 3- resection and preparation with a diamond-coated retrotip driven by a sonic device; treatment 4- resection and preparation with Satelec S-12D (diamond coated) ultrasonic retrotips. The resected pre-operative and postoperative root surfaces were replicated with polyvinylsiloxane impressions. With the aid of image processing and analysis system, the replicas were inspected under a Scanning electron microscope for further evaluation of shape quality and presence of cracks and marginal chipping. The results showed no significant difference in cracking or chipping amongst anatomic groups, treatments and tooth size ($p>0.05$). Treatment 3 produced less conservative cavities than the other three treatments and should not be used on small teeth as lower incisors.

1. INTRODUÇÃO

A remoção de irritantes, obturação total do sistema de canais e prevenção de uma nova contaminação são os principais objetivos do tratamento endodôntico (SCHILDER¹²³, 1974). Devido à grande complexidade anatômica do sistema de canais, em especial de seu terço apical (DAVIS et al.⁴⁶, 1972), atingir estes objetivos muitas vezes torna-se impraticável.

Em inúmeros casos, onde as técnicas de tratamento endodôntico são incapazes de atingir esses propósitos, alguns irritantes deixam o interior dos canais infectados, atingem os tecidos adjacentes e eventualmente resultam em lesões periapicais (PITTFORD¹¹⁵, 1982).

O insucesso clínico/radiográfico do tratamento endodôntico usualmente pode ser superado através de um retratamento convencional. O mesmo, entretanto, pode não ser executado apropriadamente em algumas circunstâncias tais como: sistemas de canais extremamente complexos, raízes submetidas à instrumentação inadequada, casos de perfurações e reabsorções e na presença de barreiras físicas (anatômicas, retentores intraradiculares, instrumentos separados, etc.). Nestas situações adversas, a principal alternativa é a cirurgia parendodôntica (WUCHENICH et al.¹⁵⁹, 1994).

O objetivo principal deste procedimento é a obtenção de um selamento apical ideal, impedindo a passagem de antígenos de canais infectados para região periapical. Este objetivo pode ser alcançado através da exposição da porção apical da raiz envolvida, curetagem, apicectomia, confecção de uma cavidade retrógrada classe I e seu posterior preenchimento com um material biocompatível (GUTMANN & HARRISON^{66,67}, 1985 e 1991).

De acordo com ALTONEN & MATILLA⁷ (1976) e HEPWORTH & FRIEDMAN⁷¹ (1997), as cirurgias parendodônticas tem um prognóstico melhor quando acompanhadas de preparos retrógrados e retrobturações. Por esta razão, BELLIZZI & LOUSHINE¹⁵ (1991), CARR³⁴ (1994), SCHOEFFEL¹²⁴ (1994), KIM⁸¹ (1997) e ARENS et al.¹⁰ (1998) defendem a confecção da cavidade retrógrada como procedimento padrão no decorrer desta modalidade cirúrgica.

Segundo ARENS et al.¹⁰ (1998), o preparo ideal da cavidade deve ser centralizado e paralelo ao longo eixo da raiz, com 3 mm de profundidade e, impreterivelmente, deve abranger toda a extensão dos canais. Atingir este padrão de preparo nem sempre é possível devido à complexidade dos sistemas de canais, dificuldade de localização das raízes, inflexibilidade das peças de mão e inviabilidade de osso apical e estrutura radicular.

Diversas técnicas e instrumentos foram desenvolvidos e recomendados com o intuito de superar estas situações desfavoráveis e melhorar a qualidade do selamento apical. Entre estes instrumentos podemos destacar os aparelhos sônicos e ultra-sônicos com suas pontas especiais que foram desenvolvidos com a finalidade de preparar

cavidades retrógradas de maneira próxima ao que pode ser considerado ideal (CARR³¹ e PANNKUK¹¹² em 1992, LLOYD et al.⁹⁰ em 1996).

Entre os benefícios relacionados ao preparo retrógrado utilizando estas pontas especiais pode-se destacar: a considerável melhoria no acesso e limpeza da cavidade retrógrada, cavidades mais regulares, profundas, centralizadas e alinhadas ao longo eixo da raiz, menor angulação da ressecção radicular e menor ostectomia. De maneira geral, há um acréscimo qualitativo nas características da cavidade retrógrada (CARR³⁴ e WUCHENICH et al.¹⁵⁹ em 1994, ENGEL & STEIMAN⁵⁰ em 1995).

Por outro lado, tem sido demonstrado o aparecimento de microfraturas na superfície dentinária após o preparo ultra-sônico dessas cavidades (ABEDI et al.¹ em 1995, LAYTON et al.⁸³ e FRANK et al.⁵⁴ em 1996, BELING et al.¹³ em 1997). De acordo com SAUNDERS et al.¹²² (1994), estas microfraturas possivelmente aumentam a infiltração apical e, conseqüentemente, diminuem as chances de sucesso das cirurgias.

LLOYD et al.⁹⁰ (1996) e WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ (1997) ainda destacam o aparecimento de ranhuras ou irregularidades denominadas como “marginal chipping” nas margens das cavidades preparadas com sistemas sônicos e ultra-sônicos.

A metodologia aplicada nestes trabalhos, incluindo a utilização de dentes extraídos, a manipulação e o preparo inadequados dos mesmos, o ressecamento e encolhimento dos espécimes durante o preparo para análise no MEV e a potência do aparelho ultra-sônico são relacionados como os principais fatores que influenciam o aparecimento destas microfraturas (MORGAN & MARSHALL¹⁰¹, 1999). A importância do tamanho das raízes e da frequência do aparelho no desenvolvimento destas irregularidades ainda não foi devidamente esclarecida.

2. PROPOSIÇÃO

Visando elucidar alguns temas mais oportunos relacionados ao preparo ultra-sônico de cavidades retrógradas os objetivos deste estudo são:

1. Desenvolver uma metodologia capaz de demonstrar, de maneira confiável, o aparecimento ou não de microfraturas nas superfícies apicais contendo cavidades retrógradas preparadas com aparelhos sônicos e ultra-sônicos;
2. Analisar quantitativa e qualitativamente, com o auxílio do MEV (através de réplicas), a superfície de preparos sônicos e ultra-sônicos realizados com diferentes pontas em dentes humanos recém-extraídos;
3. Determinar a importância do tamanho da estrutura dental na manutenção da integridade marginal dessas cavidades retrógradas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Cirurgia Parendodôntica

A evolução das técnicas da cirurgiaarendodôntica segundo WEINBURGER¹⁵⁴ (1948) citado por SCHOEFFEL¹²⁴ (1994) começou há mais de 4500 anos, na forma de simples trefinações corticais. Até atingir o estágio atual, os clínicos realizaram muitos procedimentos que hoje poderiam ser classificados como pitorescos e bárbaros (RING¹¹⁸, 1993).

Em seus primórdios, as cirurgiasarendodônticas com ou sem ressecção radicular foram por muitas vezes realizadas indiscriminadamente. Os pioneiros dessa modalidade, nas últimas décadas do século passado, não relacionavam ou davam a devida importância ao papel da patologia pulpar no desenvolvimento da patologia periapical (GROSSMAN et al.⁶³, 1988).

Muitos desses pioneiros descrevem suas técnicas e resultados nas escassas publicações da época.

GRAYSTON⁶¹ (1887) citado por GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), descreve uma técnica cirúrgica para tratar abscessos alveolares, utilizando cocaína como anestésico tópico, através da drenagem e alisamento da superfície radicular apical com brocas.

Segundo GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), um cirurgião alemão chamado PARTSCH, entre os anos de 1895 e 1900, publicou uma série de trabalhos descrevendo técnicas cirúrgicas indolores com a utilização de clorofórmio como anestesia e mais tarde cocaína, no tratamento de “abscessos agudos, abscessos crônicos, fistulas persistentes e pequenos cistos radiculares”. O autor descreve duas modalidades cirúrgicas, a primeira consiste em uma incisão de PARTSCH (semilunar) sobre o dente a ser tratado e o tamponamento da área com iodofórmio e posterior sutura (tapizamento). A segunda modalidade seria a remoção total do “cisto” seguido do reposicionamento da incisão e sutura.

Os próximos 40 anos, entre 1900 e 1940, caracterizaram-se por anos de avanço e ao mesmo tempo regresso no desenvolvimento da cirurgia parestodôntica. Enquanto profissionais da área odontológica aperfeiçoavam técnicas de cirurgia para diferentes situações e áreas da cavidade oral, alguns profissionais da área médica deflagraram o conceito da “infecção focal”. HUNTER⁷⁶, em 1911, com o seu trabalho intitulado “O papel da sepsia e anti-sepsia na medicina” foi sem dúvida o grande articulante e propagador desse conceito (GUTMANN & HARRISON⁶⁷, 1991).

De acordo com GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), autores como FISCHER, MAYHOFER, KERSTING, METZ, FAULHABER, NEUMMANN, contrariando essa

linha mais radical, publicaram muitos artigos, monografias e textos detalhados a respeito de conceitos cirúrgicos, em especial cirurgia de molares.

KELLS⁸⁰, em 1918, merece destaque, pois foi um dos primeiros autores, senão o primeiro, a discutir a importância do tratamento e preenchimento do canal previamente à cirurgia parodontológica, condenando o preenchimento parcial do canal após a cirurgia, ou mesmo a simples ressecção ou amputação radicular, não importando as condições encontradas na polpa (situação habitual na época).

DUCLOS⁴⁹ (1934) citado por BERNABÉ¹⁷ (1994) já descrevia a necessidade da instrumentação e obturação retrógrada dos canais quando houvesse a presença de próteses fixas extensas ou outras razões que impedissem o tratamento ou retratamento via coronária.

Os autores citados anteriormente, entre outros, contribuíram com o avanço do conhecimento científico, resultando por volta das décadas de 40 e 50, na definição de alguns critérios e objetivos da cirurgia parodontológica. Graças a crescente qualidade do tratamento endodôntico, das técnicas cirúrgicas, do controle microbiológico e da etiologia da terapia endodôntica, as extrações indiscriminadas fundamentadas no conceito da infecção focal tornaram-se insensatas e cientificamente inadequadas.

SOMMER¹³⁰, em 1946, relatou sua preocupação com a possível infiltração proveniente do interior do canal da raiz seccionada e não com a abertura de túbulos dentinários infectados. O autor sugere uma técnica de instrumentação retrógrada com limas, seguido do posicionamento de um cone de prata e aplicação de nitrato de prata sobre a retrobturação e os túbulos dentinários expostos da superfície apical seccionada.

Em 1947, WEAVER¹⁵³ defendeu uma abertura cirúrgica que permitisse somente a curetagem da raiz ou raízes envolvidas em processos patológicos. Essa técnica foi chamada por ele de “curetagem apical janela aberta”. O autor, seguindo a teoria recomendada por JONES⁷⁸ (1941) citado por GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), de preenchimento do canal e simples curetagem cirúrgica da região apical, alegava que a ressecção radicular comprometeria o suporte do dente, induziria uma reabsorção radicular e irritação continuada do periápice pelos “túbulos dentinários abertos e infectados”. A apicectomia, portanto, só seria recomendada em casos onde já existisse reabsorção radicular.

LUCKS⁹³, em 1956, relatou quatro casos de cirurgias parendodônticas onde houve a realização de um bisel angulado em 45° para vestibular durante a apicectomia. O autor descreve o amálgama como material obturador retrógrado e recomenda a colocação de oxixelulose ao redor da loja óssea para evitar a dispersão de partículas do material nas estruturas adjacentes.

Em 1961, KUTTLER⁸² relata em seu livro que dentes com raízes longas portadores de próteses com retentores intra-radulares ou qualquer obstrução que impeça o tratamento endodôntico convencional deveriam ser submetidos ao tratamento de canal via retrógrada.

BUSH & WAITE²⁷, em 1962, e LUEBKE et al.⁹², em 1964, descrevem os benefícios da combinação do tratamento endodôntico com as cirurgias parendodônticas. Os primeiros indicavam o procedimento cirúrgico em casos de curvaturas severas, destruição da superfície radicular, presença de canais colaterais e obstrução da porção apical do canal. LUEBKE et al.⁹² retrocede algumas décadas e chega a indicar a cirurgia

parendodôntica em casos de polpas necrosadas visando a eliminação da patologia periapical.

NICHOLLS¹⁰⁹, em 1965, descreve duas importantes vantagens obtidas através da apicectomia. O autor defende a idéia de que ao cortar o ápice pode-se avaliar a qualidade do selamento apical com maior segurança. Além disso, quando 2 a 3 mm da porção apical é seccionada, são eliminadas ramificações apicais e eventuais contaminações do cimento.

SOLTANOFF¹²⁹, em 1974, defende a retrobturação dos canais que não puderem ser selados por alguma razão através de técnicas convencionais. Ele recomenda a apicectomia e biselamento apical (para melhor acesso) e a instrumentação retrógrada com limas endodônticas seccionadas, presas na ponta de um mandril pelo menos até 6 mm de profundidade no interior do canal. O amálgama de prata sem zinco foi eleito como material obturador retrógrado.

LUEBKE⁹¹, em 1974, recomenda a ressecção radicular apical nos casos de obstruções do canal devido à fratura de instrumentos, calcificações, desvios durante o preparo do canal, curvaturas acentuadas de raízes e perfurações. Ele indica para ressecção apical brocas cirúrgicas longas e a alta rotação. O comprimento da porção apical a ser cortada está vinculado à porção da raiz mal tratada ou mal obturada. Este corte deve ser feito com um bisel voltado para vestibular, facilitando a inspeção do selamento do canal e estabelecendo a necessidade ou não de uma obturação retrógrada.

BERNABÉ¹⁶, em 1981, avaliou a reação do tecido periapical ao longo de periápices de 61 raízes de pré-molares de cães adultos jovens. Seus resultados demonstram que a guta-percha apresentou melhores resultados como material obturador

retrógrado que o amálgama de prata sem zinco. Em outro estudo histopatológico, BERNABÉ¹⁷ (1994), obteve excelentes resultados no grupo experimental onde os canais retro-instrumentados foram obturados com uma mistura consistente de cimento de óxido de zinco e eugenol. Os tratamentos endodônticos via retrógrada foram realizados ao nível das ressecções apicais e um milímetro mais curtos. Após um período de 180 dias, os resultados mostraram boa tolerância tecidual frente ao material, com um melhor prognóstico para o grupo onde as retrobturações estavam um milímetro aquém das apicectomias.

FRIEDMAN et al.⁵⁶, em 1991, comparou a eficácia de três tipos de materiais (amálgama com verniz, cimento de ionômero de vidro e resina composta fotopolimerizável) em cavidades retrógradas feitas em pré-molares inferiores sem tratamento endodôntico de cães da raça Beagle. Em metade dos dentes estudados o laser CO₂ foi utilizado na superfície radicular e óssea para hemostasia, oclusão de túbulos dentinários e esterilização. Após um período de seis meses de observações radiográficas os autores concluíram que as retrobturações de amálgama com verniz tiveram um índice de sucesso maior (89%) que as de ionômero de vidro (69%) que, por sua vez, foi maior que o da resina composta (60%). Além disso, de acordo com as condições deste trabalho, o uso do laser não demonstrou nenhuma diferença nos índices de sucesso obtidos.

STABHOLZ et al.¹³², em 1992, demonstraram que a aplicação do laser Nd:YAG em superfícies apicais seccionadas diminui efetivamente a permeabilidade da dentina.

WONG et al.¹⁵⁸, em 1994, comparando o selamento apical conseguido com retrobturações de amálgama e com tratamento da superfície apical com o laser Nd:

YAG, conclui que não houve diferença significativa com relação à penetração de bactérias (*S. salivarius*) do terço apical para o terço coronário da raiz.

Em um dos poucos trabalhos que comparam o preparo de cavidades retrógradas feitas com brocas e pontas ultra-sônicas com e sem a aplicação da irradiação laser (CO₂), BADER; LEJEUNE¹¹ (1998) concluíram que o índice de sucesso dos preparos ultra-sônicos (com e sem laser) são significativamente superiores aos índices conseguidos com a utilização de brocas (com e sem laser). Os autores usaram 320 pacientes, levaram 4 anos de acompanhamento pós operatório e utilizaram o IRM como material retrobturador em todos os grupos estudados. Eles ainda demonstraram que o índice de sucesso pós operatório dos preparos ultra-sônicos sem a aplicação do laser CO₂ ainda é maior (95%) que o índice obtido com o uso do mesmo (90%).

Foi também no decorrer das décadas de 80 e 90 que muitos conceitos importantes foram estabelecidos e um grande destaque foi dado (principalmente na década de 90) à evolução técnica das cirurgias. Novos conceitos, instrumentos e refinamentos técnicos foram descritos na literatura. CARR^{31,33} (1992) foi um dos maiores divulgadores de novos instrumentos (espelhos, condensadores e curetas especiais) e novos conceitos amplamente utilizados nas cirurgias nos dias de hoje. PECORA & ANDREANA¹¹³ (1993), foram grandes responsáveis pela utilização da regeneração tecidual guiada na cirurgia endodôntica e a utilização do sulfato de cálcio como preenchimento, barreira (substituindo as membranas) e material hemostático. Esses mesmos autores foram os grandes pioneiros na utilização do microscópio clínico nas cirurgiasarendodônticas.

De acordo com GONDIM JUNIOR et al.⁶⁰ (1997), o microscópio odontológico, através da iluminação e magnificação, pode trazer inúmeras vantagens às cirurgias

parendodônticas. Entre elas os autores relacionam: cirurgias menos traumáticas; cortes apicais mais precisos; identificação de istmos e microfraturas; maior precisão no preparo ultra-sônico e na colocação da retrobturação; identificação de trincas e identificação de perfurações e obturações inadequadas. Como consequência destes fatores, teremos um aumento do índice de sucesso das cirurgias.

Graças ao desenvolvimento de novas técnicas (TORABINEJAD et al.¹³⁸ em 1993, BERNABÉ^{17,18,19} em 1994, 1998 e 1999, GUTMANN & PITT FORD⁶⁸ em 1993, ABRAMOWITZ et al.² em 1994), e instrumentos (BELLIZZI & LOUSHINE¹⁴ em 1990, CARR³³ em 1992, STABHOLZ et al.¹³² em 1992, MURGEL et al.¹⁰⁵ em 1997 e ARENS¹⁰ et al. em 1998) muitos conceitos estabelecidos há 20 ou 30 anos podem finalmente ser aplicados com segurança e relativa facilidade. Hoje os profissionais da área odontológica podem realizar com segurança e efetividade cirurgias parendodônticas em qualquer dente, em ambos os arcos da cavidade oral (SCHOEFFEL¹²⁴, 1994).

Enquanto a literatura está repleta de trabalhos que tentam identificar os melhores procedimentos e materiais que possam melhorar o prognóstico das cirurgias e o selamento das superfícies seccionadas, alguns autores como HIRSCH et al.⁷² em 1979, não levaram em consideração princípios mais adequados (como a importância do tratamento endodôntico e as novas técnicas cirúrgicas) e obtiveram baixos índices de sucesso nas cirurgias parendodônticas.

CHALFIN et al.³⁸ (1993) defendem a limpeza e instrumentação apropriadas do sistema de canais em casos de cirurgias fracassadas que possivelmente foram mal indicadas, visando a remoção da maior fonte de irritação dos tecidos perirradiculares. De acordo com RUD & ANDREASEN¹²¹ (1972), o insucesso na eliminação de tecido

pulpar ou microorganismos do interior do sistema de canais irá comprometer o sucesso dos procedimentos cirúrgicos.

CARR³⁴ (1994) e LEAL & BAMPÁ⁸⁴ (1998) definem bem a concepção contemporânea e de maior deferência sobre a cirurgia parentodôntica. Segundo os autores, a cirurgia não é a substituição de um tratamento endodôntico deficiente ou uma alternativa ao retratamento, ela deve ser considerada como uma excelente escolha para resolução de problemas não solucionados pelos tratamentos convencionais de canais radiculares.

3.1.1. Classificação

Durante muitos anos, dentistas separaram a Endodontia em dois ramos distintos: a conservadora e a cirúrgica (CHIVIAN³⁹, 1969). O termo cirurgia foi considerado radical, pois seria a última chance de manutenção de um dente ou raiz após a falha do tratamento ou retratamento endodôntico. Felizmente, nos dias de hoje, graças à ciência e ao desenvolvimento teórico e prático da Endodontia, a cirurgia parentodôntica pode ser considerada como um procedimento conservador, pois seu principal objetivo é proporcionar ou manter a saúde do elemento dental e de suas estruturas adjacentes.

BRAMANTE²², em 1992, define a cirurgia parentodôntica como um conjunto de procedimentos, cujo objetivo básico visa resolver complicações decorrentes de um tratamento de canal radicular ou seu insucesso.

GROSSMAN et al.⁶³ (1988), CARVALHO SILVA³⁷ (1992), MCDONALD & HOVLAND¹⁰⁰ (1996), e ARENS et al.¹⁰ (1998) descrevem indicações e dividem as

cirurgias parentodônticas em diversas modalidades. Algumas modalidades descritas estão relacionadas com procedimentos cirúrgicos para o tratamento de perfurações, hemissecação, bicuspidação, reimplante, amputação radicular e drenagem. As modalidades que serão descritas a seguir são aquelas diretamente relacionadas com a cirurgia parentodôntica propriamente dita.

GROSSMAN et al.⁶³, em 1988, classificaram a cirurgia parentodôntica em quatro tipos: ressecção radicular ou curetagem apical após tratamento convencional; tratamento convencional durante a ressecção radicular ou curetagem apical; ressecção radicular seguido de retrobturação; tratamento convencional seguido de ressecção radicular e retrobturação.

CARVALHO SILVA³⁷, em 1992, descreve as seguintes modalidades cirúrgicas: fistulização (incisão, trepanação periapical, drenagem pericementária); curetagem periapical; apicectomia; fenestração (apical, lateral, inter radicular); retrobturação. Essas modalidades podem ser aplicadas separadamente ou em conjunto de acordo com a necessidade.

LEAL & BAMPA⁸⁴, em 1998, definiram cinco modalidades de cirurgias parentodônticas. Entre elas estão: curetagem com alisamento ou plastia apical; apicectomia; apicectomia com obturação retrógrada; apicectomia com instrumentação e obturação do canal radicular por via retrógrada; obturação do canal radicular simultânea ao ato cirúrgico.

Nesta década, GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), BELLIZZI & LOUSHINE¹⁵ (1991), CARR³⁴ (1994), SCHOEFFEL¹²⁴ (1994), MCDONALD & HOVLAND¹⁰⁰ (1996), KIM⁸¹ (1997) ARENS et al.¹⁰ (1998), entre outros, consideram e descrevem a

cirurgia pararendodôntica como um procedimento de cinco etapas consecutivas, sendo que as mesmas não devem ser aplicadas isoladamente. Estas são: acesso (incisão, relaxamento, ostectomia ou “trefinação”); curetagem; apicectomia; preparo da cavidade retrógrada; retrobturação.

Nos itens a seguir revisaremos as etapas diretamente relacionadas com esta pesquisa (apicectomia e preparo da cavidade retrógrada).

3.2. Apicectomia

Seria muito difícil estabelecer quem foram os verdadeiros pioneiros desta modalidade que por muitos anos foi vista como tratamento definitivo. Como todos sabem nem sempre quem fez primeiro, documentou primeiro. SOMMER et al.¹³¹ em 1966, e TAYLOR et al.¹³⁶ em 1984, atribuem a primeira ressecção da porção apical da raiz a DESIRABODE em 1843.

CARVALHO SILVA³⁷, em 1992, relata que MAGITOT e PEAN iniciaram esta terapêutica cirúrgica na França por volta de 1872. COSTOYAS⁴⁰ (1962) citado por GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), alega que CLAUDE MARTIN é o pai da apicectomia, tendo-a descrito em 1881.

Em seu trabalho clássico de 1884, FARRAR⁵¹, baseado em nove anos de experiências clínicas, recomenda a remoção radical por amputação de qualquer parte de raízes dentais comprometidas, desde que a ressecção não ponha em risco a estabilidade do dente.

Muitos autores, ao longo desses quase 150 anos de estudos publicados a respeito das cirurgias parentodônticas, defendem inúmeras indicações e contra indicações das apicectomias.

3.2.1. Indicação

WEAVER¹⁵³ (1947), LUEBKE et al.⁹² (1964), CUMMINGS et al.⁴⁴ (1985) e BROWN²⁶ (1995), descrevem a remoção de processos patológicos (entre eles as regiões de reabsorção, ápices fraturados, ápices contaminados) como uma das inúmeras indicações da apicectomia. BUSH & WAITE²⁷ (1962) e GROSSMAN et al.⁶³ (1988), destacam como uma das principais indicações da apicectomia, a remoção das variações anatômicas, como canais acessórios, bifurcações dos canais na região apical, deltas apicais, curvaturas severas, calcificações, etc. A apicectomia também é muito utilizada na correção de alguns erros operatórios que ocorrem durante o tratamento endodôntico, como degraus, perfurações, bloqueios, instrumentos separados, entre outros (LUKS⁹³ em 1956, NICHOLLS¹⁰⁹ em 1965 e GARTNER & DORN⁵⁸ em 1992).

GUTMANN⁶⁵ (1984) e FLATH & HICKS⁵² (1987), descrevem a apicectomia como uma importante etapa na verificação e criação de um selamento apical nas cirurgias parentodônticas.

GUTMANN & HARRISON⁶⁶ em 1985, descrevem algumas principais justificativas para ressecção da porção apical da raiz. Entre elas estão: remoção de regiões de reabsorção; remoção de variações anatômicas como canais acessórios e deltas apicais; eliminação de condições iatrogênicas como degraus, perfurações, bloqueios,

instrumentos separados, etc.; avaliação do selamento apical; acesso a tecidos patológicos adjacentes dos lados lingual e palatino da raiz; acesso a canais secundários inacessíveis através de tratamentos não cirúrgicos; redução de ápices radiculares irregulares; identificação de foramens adicionais; identificação de linhas de fraturas; ligações entre foramens (istmos) e quando indicada, a obtenção de material para biopsia.

A indicação ou não da ressecção radicular é apenas um dos aspectos relacionados com esta etapa das cirurgias parendodônticas. Como visto nos itens anteriores, a maneira pela qual essa ressecção radicular é feita, sua angulação e o comprimento a ser seccionado podem variar muito.

3.2.2. Técnicas

De acordo com GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991) a grande maioria dos autores recomendam o alta rotação utilizando brocas de fissura (TAYLOR et al.¹³⁶ em 1984), outros recomendam brocas de fissura picotadas, e uma minoria recomenda a utilização de brocas esféricas número 6 ou número 8 (CUMMINGS et al.⁴⁴ em 1985).

SOMMER et al.¹³¹, em 1966, recomendavam a utilização de uma peça de mão reta em baixa rotação com uma broca de fissura picotada.

NEDDERMAN et al.¹⁰⁸, em 1988, em seu estudo com o MEV, comparou superfícies radiculares após a ressecção apical com três tipos de brocas em alta rotação (325.000 rpm), baixa rotação (30.000 rpm) e um grupo controle com uma lâmina de diamante de baixa velocidade. As brocas utilizadas foram: número 57 de fissura, número 557 broca de fissura picotada e esférica número seis. Segundo o autor, as brocas de

fissura picotadas tanto em baixa como em alta rotação apresentaram as superfícies mais irregulares com formação de canaletes paralelos. As brocas esféricas apresentaram superfícies escavadas com muitas ondulações. As superfícies mais regulares foram obtidas com as brocas número 57 de fissura, especialmente em baixa rotação.

De acordo com MCDONALD & HOVLAND¹⁰⁰ (1996), brocas diamantadas produzem discretas ranhuras paralelas que podem ser mais ou menos evidentes de acordo com a granulação do diamante.

CARR³⁴, em 1994, recomenda o uso de uma única broca chamada Lindeman (Brasseler, Savannah, EUA) para remoção de tecido ósseo e ressecção radicular. O mesmo autor recomenda um acabamento ao final do processo de endurecimento do material retrobturador com uma broca carbide multilaminada para acabamento de resina com o intuito de deixar a superfície seccionada o mais lisa possível.

MORGAN & MARSHALL¹⁰², em 1998, compararam superfícies radiculares seccionadas com brocas n. 57 (de fissura), brocas de Lindeman e brocas multiuso (muito semelhante a broca Zekrya da Maillefer). Após a ressecção das raízes com esses três tipos de brocas, os autores confeccionaram réplicas de resina das superfícies preparadas. As mesmas raízes seccionadas foram posteriormente subdivididas em dois grupos e um acabamento foi dado a essas superfícies com brocas carbide multilaminadas e brocas diamantadas de granulação ultrafina. Novas réplicas foram confeccionadas e todas foram comparadas com o auxílio de um estereoscópio com aumento de 20x. Como controle os autores utilizaram raízes seccionadas com uma lâmina de diamante de baixa velocidade.

De maneira geral os resultados obtidos foram bons. Com relação ao plano de corte das brocas, ou seja, o paralelismo entre a superfície seccionada e o plano horizontal, não

houve diferença significativa entre os grupos experimentais e o grupo controle. Com relação ao aparecimento de fraturas, todos os grupos apresentaram fraturas após os cortes, inclusive o controle, mas não houve diferença estatisticamente significativa. Com relação ao aparecimento de pequenas estrias, os melhores resultados foram obtidos com as brocas multiuso. Em praticamente todos os aspectos, a broca carbide multilaminada melhora as condições iniciais das ressecções feitas com as três brocas iniciais, ao passo que a diamantada aumenta consideravelmente as irregularidades das superfícies. As conclusões do trabalho demonstram que a broca multiuso proporciona uma superfície lisa e regular durante a ressecção radicular, e que a broca carbide multilaminada seria a melhor escolha para um eventual acabamento da superfície apical após a colocação da retrobturação.

Os trabalhos que comprovam ou relacionam uma melhor ou mais rápida cicatrização com a lisura ou regularidade das superfícies apicais seccionadas são escassos e praticamente inexistentes (MORGAN & MARSHALL¹⁰², 1998). O que existe entretanto, é um consenso entre os autores a respeito de algumas vantagens de uma superfície seccionada lisa e regular. Entre elas temos: melhor adaptação do material retrobturador; detecção de microfraturas e aumento da superfície disponível a uma reinserção do ligamento periodontal (SOMMER¹³⁰ em 1946 e GROSSMAN et al.⁶³ em 1988).

3.2.3. Biselamento radicular

O biselamento apical durante a ressecção radicular é outra questão um tanto quanto polêmica. Muitos autores recomendam a inclinação ou biselamento da superfície apical seccionada voltado para vestibular, sendo sugerido uma inclinação que varia entre 30 a 45° (GARTNER & DORN⁵⁸ em 1992, GUTMANN et al.⁶⁹ em 1994, WUCHENICH et al.¹⁵⁹ em 1994, MCDONALD & HOVLAND¹⁰⁰, em 1996).

TIDMARSH & ARROWSMITH¹³⁷, em 1989, avaliaram a existência, disposição e número de túbulos dentinários na porção apical radicular após a ressecção apical de dentes humanos extraídos. Os autores concluíram que existe um grande número de túbulos expostos na superfície seccionada e que, devido ao grande potencial de infiltração de fluídos periapicais e microorganismos através desses túbulos, o ângulo de corte da porção apical deveria ser o menor possível.

Segundo CARR³⁴ (1994), a inclinação das raízes no sentido vestibulo-lingual pode confundir o clínico durante a apicectomia, tornando um ângulo pretendido de 45° em um ângulo mais acentuado. Como consequência desta sobre-angulação alguns canais palatinos e istmos não serão notados ou identificados. O autor ainda relata que quanto maior o bisel da apicectomia, maior a superfície de túbulos dentinários expostos e maior a extensão no sentido vestibulo-lingual da cavidade retrógrada a ser selada. A diferença de profundidade encontrada em cavidades inclinadas pode também comprometer o selamento apical, uma vez que o lado vestibular da retrobturação terá uma profundidade menor.

GILHEANY et al.⁵⁹, em 1994, estudando a infiltração apical em dentes humanos ressectados com três diferentes angulações (0, 30 e 45° em relação ao longo eixo da raiz) concluíram que a diminuição do ângulo do bisel da raiz seccionada e o aumento da profundidade da retrobturação diminuem significativamente a infiltração apical em cavidades retrógradas preenchidas com ionômero de vidro. Eles recomendam que quanto maior a inclinação do bisel, maior deve ser a profundidade da cavidade retrógrada.

SUMI et al.¹³⁴, em 1996, avaliando os resultados de 157 cirurgias parentodônticas, obtiveram um índice de sucesso de 92,4% (de seis meses a três anos pós operatório). Todas as ressecções apicais foram feitas com um bisel praticamente perpendicular ao longo eixo da raiz. Um aparelho ultra-sônico foi utilizado no preparo das cavidades retrógradas, sendo que as mesmas possuíam uma profundidade de 3 a 3,5 mm e foram preenchidas com superEBA. Os autores concluíram que o preparo de cavidades retrógradas com aparelhos ultra-sônicos é um procedimento simples e fomenta excelentes resultados.

De acordo com HSU & KIM⁷⁵ (1997), outro aspecto importante que podemos relacionar com o ângulo do bisel das superfícies seccionadas é a presença de istmos nas raízes de molares e pré-molares. Caso a inclinação do corte apical se apresente muito angulada, a detecção de toda extensão do istmo estaria em muitos casos comprometida, aumentando invariavelmente o índice de insucesso das cirurgias.

WELLER et al.¹⁵⁶ em 1995 e RUBINSTEIN & KIM¹¹⁹ em 1999, afirmam que a identificação e tratamento dos istmos estão diretamente relacionadas com o aumento do índice de sucesso das cirurgias parentodônticas.

LEAL & BAMPA⁸⁴, em 1998, defendem que a menor ou maior inclinação do corte apical deve ser feita de acordo com o dispositivo a ser usado no preparo da cavidade retrógrada. Caso a cavidade seja preparada com brocas esféricas montadas em peça de mão reta ou contra-ângulo, a inclinação deve ser de 30 a 45°. Caso o preparo seja feito com pontas ultra-sônicas, a inclinação pode ser bem menor ou quase perpendicular ao longo eixo da raiz.

3.2.4. Extensão da porção radicular seccionada

De acordo com GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), até o fim da década de 50 era relativamente comum a indicação da ressecção radicular até o limite da cavidade óssea resultante da curetagem e ostectomia. Muitos autores na época acreditavam que a porção da raiz e do ligamento que estivesse em contato com a região infectada (lesão), estaria contaminada e conseqüentemente deveria ser erradicada.

SHOVELTON¹²⁵, em 1964, contrariando este conceito, demonstrou que a presença de bactérias em dentes com polpa sem vitalidade limita-se as proximidades do sistema de canais.

O estudo de ANDREASEN & RUD⁸ (1972), contrariou o conceito de que os tecidos mineralizados em contato com tecido de granulação ou pus estariam comprometidos ou necrosados; além disso, os resultados não demonstraram nenhuma correlação entre a presença de microorganismos nos túbulos dentinários e a mudança no grau de inflamação periapical.

Mesmo quando foi descrita a presença de microorganismos em lesões perirradiculares, os mesmos são observados em sítios limitados como: tecido necrótico adjacente ao forâmen apical; superfície radicular apical e no interior da lesão (NAIR¹⁰⁶ em 1987, TRONSTAD et al.¹³⁹ em 1990, WALTON & ARDJMAND¹⁴⁹ em 1992 e LIN⁸⁷ et al. em 1996).

CARRIGAN et al.³⁶, em 1984, concluíram que os túbulos dentinários localizados no terço coronário da raiz encontram-se em maior número e tamanho, contrastando com os localizados na dentina apical, que são menores, menos numerosos e apresentam uma grande quantidade de esclerose e calcificações. Os autores demonstraram que quanto maior a porção da raiz seccionada, maior a possibilidade da passagem de agentes microbianos e seus subprodutos de um canal contaminado para a região periapical.

De acordo com TIDMARSH & ARROWSMITH¹³⁷ (1989), seguindo a ressecção radicular a 3 mm do ápice dental, encontraríamos cerca de 27.000 túbulos dentinários por milímetro quadrado. Essa quantidade seria reduzida a 13.000 túbulos por milímetro quadrado próximo à junção cimento dentina.

ADRIAENS et al.³, em 1988, relata que esses túbulos podem servir como reservatórios de substâncias irritantes ou mesmo vias de contaminação de alguns microorganismos.

TAYLOR et al.¹³⁶ (1984), HARRISON & TODD⁷⁰ (1980) e SCHOEFFEL¹²⁴, (1994) recomendam que a extensão da ressecção radicular apical tenha em torno de 3 milímetros.

SOMMER¹³⁰ (1946), NICHOLLS¹⁰⁹ (1965), ARENS et al.⁹ (1981), GUTMANN⁶⁵ (1984), GROSSMAN et al.⁶³ (1988) e GUTMANN & PITT FORD⁶⁸ (1993) defendem

que a porção radicular seccionada deve ter sua extensão simplesmente compatível com os objetivos a serem alcançados durante os procedimentos cirúrgicos.

GUTMANN & HARRISON⁶⁷, em 1991, selecionam alguns importantes fatores que definiriam qual seria a extensão da porção radicular seccionada. Entre eles temos: acesso e visibilidade do campo cirúrgico; posição e anatomia da raiz em relação ao osso alveolar; anatomia da superfície da raiz cortada em relação ao número de canais e suas configurações; necessidade de colocação de uma retrobturação em superfície dental sadia; presença e localização de iatrogenias e erros induzidos; presença de trincas horizontais ou verticais na raiz; presença de defeitos periodontais; presença de alguma consideração anatômica (como proximidade de duas raízes) e finalmente, devem ser consideradas durante a ressecção radicular, raízes que possuem uma certa preponderância ao aparecimento de canais laterais e acessórios.

LEAL & BAMPA⁸⁴, em 1998, relatam que a princípio, o objetivo da apicectomia é apenas a ressecção da porção apical da raiz ou a remoção de toda porção apical não tratada, perfurada, reabsorvida ou com qualquer outro tipo de problema. O corte deve permitir a observação nítida da obturação do canal da parte da raiz remanescente.

3.3. Preparo das cavidades retrógradas

O preparo da superfície remanescente após a ressecção radicular já fora descrito por VON HIPPEL¹⁴² em 1914 citado por GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), como um preparo apical em forma de “slot” vertical ou “Slitsmethoden”.

Outras formas de preparo e novos instrumentos foram utilizados na tentativa de diminuir a grande dificuldade no preparo e preenchimento da cavidade de uma superfície radicular seccionada. TANGERUD¹³⁵ em 1939 citado por GUTMANN et al.⁶⁹ (1994), desenvolveu uma peça de mão miniatura com 2,5 mm de altura e 4 mm de comprimento, visando diminuir a dificuldade de acesso e manipulação da superfície radicular seccionada.

De acordo com GUTMANN & HARRISON⁶⁷ (1991), um autor chamado SCHUPFER detalhou em 1935 um preparo apical chamado de transversal. Esse preparo consistia na colocação de um cone de guta-percha no interior do canal, passando o forâmen apical, seguido de um preparo cavitário no sentido transversal do terço apical da raiz, que seria preenchido posteriormente com amálgama de endurecimento rápido. Esta cavidade não atingiria a face palatina da raiz e após o seu preenchimento o cone de guta-percha seria removido e o tratamento do canal finalizado. Na mesma região onde fora feita a cavidade, uma broca completaria a ressecção da raiz e a remoção de sua parte apical, deixando uma parte do amálgama cobrindo a superfície remanescente.

Esta técnica foi modificada por LUKS⁹³ em 1956, sendo chamada de preparo tipo “slot” transversal. Entretanto, este tipo de preparo praticamente não é utilizado, entre

outras razões, por não proporcionar um selamento apical adequado (HOLLAND et al.⁷⁴, 1974).

Até o surgimento das pontas ultra-sônicas, a técnica mais recomendada pelos autores baseava-se no preparo de uma cavidade classe I perpendicular ao ângulo de corte da superfície radicular seccionada, aproximadamente de 30 a 45° em relação ao longo eixo da raiz (NICHOLLS¹⁰⁹ em 1965, TAYLOR et al.¹³⁶ em 1984, GUTMANN⁶⁵ em 1984, WEINE & GERSTEIN¹⁵⁵ em 1989). Este preparo pode ser feito com uma broca esférica número 1 em baixa rotação, seguido de um preparo com uma broca número 33^{1/2} (cone invertido) para dar retenção.

CUMMINGS et al.⁴⁴ (1985), GUTMANN & HARRISON⁶⁶ (1985) e WEINE & GERSTEIN¹⁵⁵ (1989), descrevem uma cavidade tipo “slot” vertical, preparada perpendicularmente ao longo eixo da raiz, semelhante a uma classe I sem a parede vestibular do preparo. Este preparo corresponde ao descrito por VON HIPPEL¹⁴² em 1914, e pode ser feito com uma broca paralela de fissura picotada, seguido de uma broca esférica que remove a parede vestibular da cavidade formando o “slot”. De acordo com esse autores existem algumas vantagens relacionadas a este tipo de preparo. Entre elas podemos destacar: melhor acesso no preparo e obturação de cavidades retrógradas em raízes muito profundas em relação ao osso; aumento da retenção do material retrobturador; selamento dos túbulos dentinários que apresentam comunicação pelo lado vestibular com o canal principal e o estabelecimento de um espaço apropriado para a colocação do material retrógrado em raízes que possuem dois canais unidos por um istmo.

A cavidade apical tipo classe I segue o longo eixo da raiz, tem sua forma acompanhando a forma do canal e sua largura deve ser suficiente para englobar todo diâmetro do mesmo. Esta cavidade retrógrada, a exemplo da classe I angulada, pode ser feita com uma broca esférica número 1 em baixa rotação, seguido de um preparo com uma broca número 33^{1/2} (cônica invertida), para dar retenção. Este tipo de preparo feito com brocas é descrito por ARENS et al.⁹ em 1981, MCDONALD & DUMSHA⁹⁹ em 1987, BELLIZI & LOUSHINE¹⁵ em 1991, GARTNER & DORN⁵⁸ em 1991 e KELLERT et al.⁷⁹ em 1994.

CARR³⁵, em 1997, defende a utilização de cavidades tipo classe I feitas com pontas ultra-sônicas, com 3 mm de profundidade, paredes paralelas e compatíveis com a anatomia do espaço pulpar.

Em sua revisão sobre cirurgia parendodôntica, FRIEDMAN⁵⁵ (1991) defende a confecção de uma retrobturação independentemente do estado do tratamento endodôntico. De acordo com o autor, a retrobturação aumentaria as chances de sucesso da cirurgia diminuindo a infiltração via canal/periápice. O mesmo autor em outra publicação (FRIEDMAN et al.⁵⁷, 1991) recomenda a confecção da cavidade retrógrada, visto que a avaliação clínico-radiográfica do selamento apical é subjetiva e não permite a detecção de uma eventual infiltração coronária.

A manutenção da porção apical da raiz visando a neoformação de cimento e reinserção do ligamento periodontal constituiu-se no mais importante argumento, do ponto de vista biológico, utilizado por alguns autores para desaconselhar a apicectomia e o preparo retrógrado (WEAVER¹⁵³ em 1947 e MICHANOWICZ & ARCHER¹⁰³ em 1975). Entretanto, SMITH¹²⁸ em 1967, CRAIG; HARRISON⁴¹ em 1993 e BERNABÉ¹⁷

em 1994 demonstraram que, caso as condições proporcionadas após os procedimentos retrógrados forem compatíveis com a saúde dos tecidos perirradiculares, a formação de cimento e reinserção desse ligamento ocorrerá.

3.3.1. Profundidade da cavidade retrógrada

A profundidade das cavidades retrógradas, de maneira geral, é considerada satisfatória dentro de uma faixa de 2 a 3 mm (RUD & ANDREASEN¹²⁰, 1972). Esta profundidade, de acordo com alguns autores (CARRIGAN³⁶ em 1984, MATTISON et al.⁹⁷ em 1985, GROSSMAN et al.⁶³ em 1988, CARR³⁴ em 1994, LLOYD et al.⁸⁹ em 1997), é capaz de proporcionar um bom selamento apical e uma retenção apropriada do material retrobturador.

De acordo com ARENS et al.¹⁰ (1998), as cavidade devem ter a profundidade da ponta ultra-sônica utilizada no preparo, ou seja, entre três e quatro milímetros.

Com relação a este item devemos novamente destacar o estudo de GILHEANY et al.⁵⁹, em 1994, onde os autores concluem que quanto maior a inclinação do bisel da apicectomia maior deve ser a profundidade da cavidade retrógrada, e que o aumento da profundidade das cavidades retrógradas diminui significativamente a infiltração apical em retrobturações feitas com ionômero de vidro. De maneira geral, cavidades com 3 mm de profundidade são perfeitamente adequadas.

No preparo de uma cavidade classe I perpendicular ao ângulo de corte de 30 a 45°, recomenda-se uma profundidade de 2 a 3 mm (GUTMANN et al.⁶⁹, 1994).

3.3.2. Utilização de aparelhos sônicos e ultra-sônicos

Ultra-som é uma oscilação de natureza acústica com frequência superior a 20.000 Hz, inaudível aos ouvidos humanos. As frequências utilizadas em aparelhos ultra-sônicos variam de 25 a 40 kHz (JOHNSON & ZELIKOW⁷⁷, 1987).

De acordo com STOCK¹³³ (1991) e AHMAD et al.⁵ (1993), existem duas maneiras básicas de produzir energia ultra-sônica. A primeira é a chamada magnetostrita, onde um transdutor converte energia eletromagnética em energia mecânica. Essa conversão ocorre quando um bastão de metal que permite uma magnetostrição presente na peça de mão de um aparelho ultra-sônico é submetido a um campo magnético alternado (estático e dinâmico), modificando seu tamanho e produzindo vibrações e calor. O segundo método é baseado no princípio piezelétrico. Este fenômeno é observado em cristais anisotrópicos (não apresentam as mesmas propriedades físicas em todas as direções) que submetidos a polarizações elétricas provocam deformações dimensionais e oscilações mecânicas seguindo determinadas direções. Nos aparelhos ultra-sônicos piezelétricos utilizados na odontologia, o transdutor é composto de um material cerâmico capaz de sofrer essas alterações dimensionais. Estas oscilações mecânicas não produzem tanto calor como as oscilações produzidas por fenômenos magnetostritos.

Durante a vibração do instrumento acoplado a um aparelho ultra-sônico, três tipos de energia são transferidas para os fluidos em contato com esse instrumento. Elas são: energia acústica através de ondas de pressão periódicas, hidrodinâmica através da movimentação desse fluido, e térmica que gera calor (AHMAD et al.⁴, 1994).

Na década de 80, alguns aparelhos que podiam operar nas saídas de ar dos equipamentos convencionais (a exemplo da alta e baixa rotação), foram introduzidos no mercado. Estes aparelhos possuem um método de funcionamento semelhante ao dos aparelhos ultra-sônicos (oscilação do instrumento), porém, com uma frequência bem abaixo dos 20kHz (entre 1 e 8 kHz). Estes sistemas foram chamados de sônicos e possuíam três grandes vantagens em relação aos aparelhos ultra-sônicos: a facilidade de esterilização, manutenção e o preço. Em compensação trabalham com menores frequências e potências, sendo menos eficientes no corte e preparo de cavidades (WALMSLEY et al.¹⁴⁴, 1989 e AHMAD et al.⁵, 1993).

Instrumentos acoplados a aparelhos ultra-sônicos só possuem uma oscilação transversal, sendo que ao longo do instrumento ocorre a formação de nodos (pontos de oscilação mínima) e antinodos (pontos de oscilação máxima).

Por sua vez, um instrumento acoplado a um aparelho sônico apresenta uma parte da energia dissipada no sentido transversal e outra parte no sentido longitudinal. Em certa fase da transmissão (quando uma pressão sobre o instrumento é maior que 30 g. e o mesmo toca uma estrutura sólida) parte desta energia transversal é direcionada no sentido longitudinal, fazendo com que o instrumento oscile longitudinalmente (para cima e para baixo) e transversalmente (WALMSLEY et al.^{143,144}, 1989 e 1992). Quando um aparelho sônico é acionado, o instrumento acoplado a este aparelho exhibe somente um nodo e um antinodo, sendo que o último se encontra na ponta do instrumento (WALMSLEY et al.¹⁴⁴, 1989).

De acordo com WALMSLEY et al.¹⁴³ (1992), a ponta do instrumento acoplado aos aparelhos sônicos e ultra-sônicos oscila com a maior amplitude de deslocamento, podendo ser classificada como a parte mais ativa do sistema.

A amplitude de deslocamento de um instrumento representa a metade de sua amplitude de oscilação, ou seja, a distância que uma parte do instrumento percorre quando oscila de um lado para outro dividida por dois (WALMSLEY et al.¹⁴⁴, 1989). Os aparelhos ultra-sônicos piezelétricos permitem uma maior amplitude de deslocamento que os magnetostritos (WALMSLEY et al.¹⁴⁵, 1991).

A energia mecânica transformada em oscilação ou vibração por esses aparelhos atinge objetos e tecidos biológicos na forma de ondas de choque capazes de abalar e criar espaços nessas estruturas (STOCK¹³³, 1991).

WALMSLEY et al.¹⁴³, em 1992, relatam que a primeira descrição da utilização de um aparelho ultra-sônico na odontologia foi descrito por CATUNA em 1953. Este autor e um autor chamado POSTLE¹¹⁶ (1958) indicavam a energia ultra-sônica no preparo de cavidades; entretanto, esta técnica durou pouco devido a introdução da alta rotação. Foi em 1955 que ZINNER relatou a utilização de aparelhos ultra-sônicos na remoção de placa e cálculo da superfície dental, consagrando a “remoção e limpeza” dental como a principal indicação desses aparelhos (WALMSLEY et al.¹⁴³, 1992).

Foi em 1957 que RICHMAN¹¹⁷ demonstrou que a energia ultra-sônica poderia ser utilizada no tratamento de canais radiculares. Entretanto, somente em 1976 MARTIN⁹⁴ demonstrou a utilização de uma lima endodôntica que oscilava com uma frequência ultra-sônica (acionada por um aparelho convencional para “remoção e limpeza” de superfícies dentais) no preparo e limpeza de canais radiculares.

Desde 1976 trabalhos publicados por MARTIN et al.⁹⁶ (1980), MARTIN & CUNNINGHAM⁹⁵ (1984) e LEV et al.⁸⁵ (1987) comprovaram sua relativa eficiência no tratamento clínico.

MARTIN⁹⁴ em 1976 e CUNNINGHAM et al.⁴⁵ em 1982, mostraram que a energia ultra-sônica aplicada por um instrumento endodôntico é capaz de eliminar uma grande quantidade de bactérias. Quando esse instrumento é utilizado simultaneamente com um agente químico desinfetante (hipoclorito de sódio) essa capacidade bactericida é ainda maior, fenômeno que os autores destacam como sistema ultra-sônico sinérgico.

De acordo com STOCK¹³³ (1991), o maior benefício do ultra-som na endodontia é a geração do chamado turbilhonamento acústico, definido como a circulação balanceada unidirecional de fluidos (no caso a solução irrigadora) ao redor de um instrumento acionado por um sistema ultra-sônico. Esse fluxo é direcionado da porção apical do instrumento para porção cervical. Segundo o autor, esse turbilhonamento é capaz de desestruturar ácido desoxirribonucléico, desagregar bactérias, desestruturar glóbulos vermelhos, desestruturar plaquetas e inativar enzimas.

Outro aspecto favorável do preparo ultra-sônico é a remoção de boa parte do “smear layer” e restos teciduais resultantes do desgaste da dentina, quando comparado com brocas e instrumentação manual (CAMERON³⁰ em 1983, JOHNSON & ZELIKOW⁷⁷ em 1987). De acordo com CAMERON²⁹ (1995), a irrigação com estes tipos de aparelhos em conjunto com algumas soluções “solventes” (soluções irrigatórias usadas com ultra-som após a instrumentação dos canais) pode ser considerada muito eficiente.

Em 1995, WAPLINGTON et al.^{151,152} demonstraram o padrão de corte de alguns instrumentos desenvolvidos para preparos retrógrados (pontas CT1 a CT3 com um aparelho ultra-sônico Neosonic, Amadent, Cherry Hill, NJ, EUA) passando por suas seis escalas de potência. Os autores demonstraram que a amplitude de deslocamento dessas pontas e sua habilidade de corte são proporcionais ao aumento da potência do aparelho. Como já demonstrado em limas endodônticas especiais para aparelhos ultra-sônicos, as diferentes angulações dos instrumentos e seus suportes também influenciam a sua habilidade de corte. As pontas com maiores angulações possuem maior amplitude de deslocamento e, conseqüentemente, maior habilidade de corte. De acordo com os autores, a potência média ou alta são indicadas, pois não demandam muito tempo nos preparos de cavidades retrógradadas.

DEVALL et al.⁴⁷, em 1996, utilizando pedaços de osso bovino no estudo do padrão de corte de instrumentos sônicos desenvolvidos para o preparo de cavidades retrógradadas, concluem que os fatores mais importantes relacionados a sua capacidade de corte, em ordem decrescente são: potência (representada pela abertura da entrada do ar na peça de mão), comprimento da ponta, orientação da ponta (paralela ou não a cabeça do aparelho), tamanho da ponta (largura), e a pressão aplicada ao instrumento pelo operador. De acordo com os autores, não se deve aplicar muita pressão no preparo de cavidades retrógradadas com instrumentos sônicos, pois sua capacidade de corte é prejudicada. Esse tipo de instrumento é capaz de cortar satisfatoriamente desde que o anel de abertura de ar esteja totalmente aberto (na potência máxima).

3.3.3. Preparos retrógrados sônicos e ultra-sônicos

O preparo ultra-sônico das cavidades retrógradas foi desenvolvido na tentativa de resolver a maioria das inadequações do preparo com brocas. No lugar da utilização de brocas e contra-ângulos, muitas vezes inconvenientes, as pequenas pontas ultra-sônicas são capazes de preparar cavidades retrógradas próximas às ideais em praticamente todas as situações clínicas (CARR³⁵, 1997).

Foi em 1976 que BERTRAND et al.²⁰ utilizaram pioneiramente pontas modificadas no preparo de cavidades retrógradas e na condensação de amálgama (utilizado como material retrobturador). Os autores utilizaram uma ponta cilíndrica para o preparo da cavidade, uma triangular para criar retenções e uma ponta com formato de cone invertido para condensação de amálgama.

FLATH & HICKS⁵², em 1987, relataram dois casos de cirurgias parendodônticas onde instrumentos acoplados a sistemas sônicos e ultra-sônicos foram utilizados na instrumentação retrógrada do terço apical/médio dos canais após a apicectomia.

Em 1993, FONG⁵³ descreveu uma ponta para ser utilizada com um aparelho sônico (ativado a ar), chamado MM 1500 sonic air, como uma grande possibilidade de substituir as brocas no preparo das cavidades retrógradas.

WUCHENICH et al.¹⁵⁹, em 1994, testaram as novas pontas ultra-sônicas desenvolvidas por CARR³³ em 1992, comparando-as com brocas número 33^{1/2} (cônicas invertida) acionadas por uma baixa rotação e irrigadas com água. Foram usados dentes anteriores de cadáveres que após preparados foram extraídos, seccionados e comparados com um MEV. A comparação foi baseada na limpeza e direção das cavidades com

relação ao sistema de canais e longo eixo das raízes. Os autores concluíram que os preparos feitos com pontas ultra-sônicas são mais paralelos ao longo eixo da raiz, contém menos raspas dentinárias, tem paredes paralelas e uma profundidade mínima adequada de 2,5 mm. Os autores destacam ainda que o preparo com brocas por vezes quase perfuraram a parede lingual da raiz e de maneira geral, são muito rasos e demandam uma maior ostectomia para acessar a superfície apical.

GUTMANN et al.⁶⁹, em 1994, comparando preparos de cavidades retrógradas feitos com pontas ultra-sônicas, brocas e brocas seguidas de aplicação de um agente ácido (10% ácido cítrico, 3% cloreto férrico com pH 1,62), concluem entre outras coisas, que nenhuma das técnicas foi capaz de remover o “smear layer” do terço coronário das cavidades. Por outro lado, os preparos ultra-sônicos formaram a menor quantidade de raspas dentinárias de todos os grupos estudados e apresentaram menos “smear layer” que preparos feitos com broca sem a aplicação da solução ácida. O aparelho ultra-sônico utilizado neste estudo foi o ENAC (Osada Electric Co., Los Angeles, CA, EUA), com o potenciômetro na marca 10, por um período de 3 a 5 minutos.

SAUNDERS et al.¹²², em 1994, na segunda parte do trabalho citado anteriormente, estudaram a microinfiltração de retrobturações feitas com cimento EBA em cavidades retrógradas nos dentes preparados na primeira parte do trabalho (GUTMANN et al.⁶⁹, 1994). O objetivo desse estudo foi verificar a microinfiltração de cavidades retrógradas feitas com brocas (com e sem tratamento ácido) e pontas ultra-sônicas preenchidas com cimento super EBA, aplicando um agente marcador, através de um processo de diafanização. Para isso, as raízes foram cobertas por duas camadas de esmalte de unha e imersas em tinta Nanquim por 90 horas. Após este intervalo o esmalte foi removido com

um instrumento afiado e vários produtos químicos foram aplicados até as raízes tornarem-se transparentes. Os autores concluíram que todos os preparos infiltraram, mas não há uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, apesar do grupo das cavidades preparadas com ENAC apresentarem depois de 7 meses o maior número de dentes classificados com o pior nível de microinfiltração (4). O que realmente chama a atenção neste trabalho é a presença de inúmeras microfraturas nas superfícies das cavidades retrógradas feitas com o ultra-som. Os autores chamaram essas microfraturas de “crazy lines” e destacam sua importância como uma possível causa de falhas das cirurgias pararendodônticas.

ABEDI et al.¹, em 1995, compararam preparos de cavidades retrógradas feitos com brocas e aparelhos ultra-sônicos em dentes extraídos e concluíram que os primeiros são responsáveis pelo aparecimento de mais microfraturas na superfície seccionada ao redor dos preparos. Os autores utilizaram uma metodologia de réplicas de resina das raízes preparadas, evitando condições desfavoráveis a essas raízes e o seu ressecamento quando colocadas diretamente na câmara do MEV. Essa metodologia permitiu comparar situações pré e pós-operatórias. Os autores ainda relatam que em áreas onde as paredes do preparo eram menores que 1 mm, houve uma maior prevalência de fraturas nos preparos ultra-sônicos. De maneira geral, vários dentes deste trabalho apresentaram microfraturas pré e pós-operatórias (29 dos 47 dentes estudados). Os autores relacionam este aparecimento de microfraturas a potência do aparelho, tempo da utilização das pontas, presença de microfraturas iniciais e a espessura das paredes de dentina das cavidades e recomendam a não utilização de pontas ultra-sônicas em dentes pequenos com paredes finas.

LAYTON et al.⁸³, em 1996, comparando preparos ultra-sônicos de cavidades retrógradas em dentes sem canais tratados, concluem que o aparecimento de microfraturas é um aspecto importante durante o preparo ultra-sônico, e que essas microfraturas podem ser classificadas de acordo com seu posicionamento. Os autores as classificam como trincas de canais, trincas intra-dentinárias (estão na dentina mas não atingem a região dos canais) e trincas de cimento. De acordo com os autores, os preparos ultra-sônicos ajustados a uma maior potência apresentam um número maior de trincas que os preparos feitos com o aparelho ajustado na potência mínima.

O mesmo grupo de autores em um trabalho mais recente (BELING et al.¹³, 1997), utilizando praticamente a mesma metodologia, compararam o número de microfraturas formadas no preparo ultra-sônico de cavidades retrógradas em dentes com canais tratados e obturados e dentes sem tratamento endodôntico. Os autores concluíram que ao contrário do primeiro estudo (LAYTON et al.⁸³ em 1996), o preparo ultra-sônico induz a formação de praticamente o mesmo número de microfraturas que a ressecção radicular apical isoladamente. Não houve diferença significativa entre os grupos com e sem tratamento endodôntico. O número de espécimes sem tratamento que apresentaram microfraturas pós operatórias no primeiro trabalho (30%) caiu para 10%, no segundo. De acordo com os autores, essas diferenças ocorreram pois o lote de pontas utilizado era outro, os dentes vieram de outros voluntários, e ao contrário do primeiro estudo (LAYTON et al.⁸³, em 1996), somente um operador fez os preparos das cavidades retrógradas. O que chama a atenção nesse artigo é a alta incidência de microfraturas que surgiram após a ressecção apical das raízes, 6 de um total de 40 dentes.

FRANK et al.⁵⁴, em 1996, compararam preparos de cavidades retrógradas feitos com baixa rotação, alta rotação, instrumentos sônicos (Micromega 1500) e instrumentos ultra-sônicos em duas potências diferentes (média e alta). Os grupos experimentais eram constituídos de nove dentes cada e um grupo controle com 15 dentes. Os resultados mostraram que todos os métodos produzem algum tipo de irregularidade (microfraturas), sendo que os piores resultados foram apresentados pelos preparos ultra-sônicos na potência máxima (cinco de nove espécimes apresentaram microfraturas). Os dentes preparados pelo aparelho ultra-sônico ajustado na potência média e os preparados com a baixa rotação apresentaram os melhores resultados com apenas um espécime trincado em cada grupo.

Os primeiros autores que discutiram o aparecimento dos chamados “marginal chipping”, nas margens das cavidades retrógradas foram LLOYD et al.⁹⁰ em 1996. Os autores compararam réplicas de cavidades retrógradas preparadas com um sistema sônico (Micromega 1500) com réplicas de cavidades preparadas com brocas esféricas. Eles concluíram que o preparo com brocas causa um grau muito menor de “chipping” nas margens dessas cavidades que o sistema Micromega 1500. Com relação ao aparecimento de microfraturas, os autores não encontraram diferenças significativas entre os grupos, apesar de relatarem que dos cinco dentes que apresentaram este tipo de irregularidade (de um total de 80), quatro pertenciam ao grupo dos preparos sônicos.

WAPLINGTON et al.¹⁵⁰, em 1997, utilizando uma metodologia semelhante a do trabalho de LLOYD et al.⁹⁰ (1996), mas com um sistema ultra-sônico ao invés de sônico, relataram resultados semelhantes, onde não foi encontrada nenhuma evidência de microfraturas nos 55 espécimes, independentemente da potência regulada do ultra-som.

O aparecimento de ranhuras (“marginal chipping”) nas margens das cavidades preparadas com o aparelho ultra-sônico foi uma constante. Os autores concluíram que o aparecimento desse “marginal chipping” é proporcional ao aumento da potência do aparelho e da amplitude de movimento das pontas.

MIN et al.¹⁰⁴, em 1997, comparando o preparo ultra-sônico e convencional (com brocas) de cavidades retrógradas com um microscópio confocal e com cortes histológicos de ápices preparados, concluíram que o preparo com brocas se aproxima do controle e produz menos microfraturas que o preparo com pontas ultra-sônicas em duas diferentes potências (menor e intermediária).

BRAMANTE et al.²³, em 1998, compararam, através do microscópio eletrônico de varredura, preparos de cavidades retrógradas feitos com pontas ultra-sônicas lisas e diamantadas nos aparelhos Multi-sonic e ENAC. Os autores constataram que os preparos realizados com as pontas lisas foram mais regulares do que aqueles feitos com as pontas diamantadas. Os autores concluíram que as pontas diamantadas apresentam um maior eficiência de corte do que as pontas lisas.

CALZONETTI et al.²⁸, em 1998, estudaram as alterações causadas pelo preparo ultra-sônico de cavidades retrógradas em superfícies apicais seccionadas em cadáveres. Os autores compararam moldagens de polivinil siloxano obtidas após ressecção radicular apical de dentes (tratados endodonticamente) de cadáveres com moldagens obtidas após o preparo ultra-sônico dessas raízes seccionadas. As moldagens pré e pós-operatórias foram preparadas e analisadas com um MEV. Os autores concluíram que o preparo ultra-sônico com o aparelho ENAC ajustado na potência “scaling”, e com o Mini-Endo (Excellence in Endodontics, San Diego, CA, EUA) ajustado na menor

potência, não causa microfraturas. Segundo os autores não foi necessário a confecção de réplicas, uma vez que a moldagem permitiu uma adequada análise microscópica dos preparos retrógrados.

VON ARX et al.¹⁴¹, em 1998, descreveram e testaram um sistema sônico para o preparo de cavidades retrógradas. Este sistema chamado Sonicretro (Kavo, Biberach, Alemanha) apresenta pontas diamantadas desenvolvidas especialmente para o preparo de cavidades retrógradas. Os dois formatos disponíveis das pontas são em forma de T e em forma de torpedo, sendo que a maior ponta ativa possui em média 1,35 mm de diâmetro por 4mm de comprimento, e a menor 1 mm de diâmetro por 3mm de comprimento. Estes insertos são acionados por uma peça de mão sônica (frequência de 6.000 Hz) movida a ar chamada Sonicflex (Kavo, Biberach, Alemanha).

Os autores testaram este sistema em 50 dentes centrais e laterais superiores de 43 pacientes. Após a ressecção radicular apical com brocas de fissura, foram preparadas com este sistema cavidades retrógradas de aproximadamente 3 mm de profundidade. Eles analisaram a aplicabilidade dessas pontas, a qualidade radiográfica da obturação retrógrada e o pós-operatório imediato. Em 80% dos casos o acesso com essas pontas foi classificado pelos autores como excelente. Radiograficamente as cavidades apresentaram pelo menos 3 mm de profundidade em 70% dos casos e, no período pós-operatório de 5 a 10 dias, os autores consideraram que todos os casos tiveram uma cicatrização inicial muito boa. De acordo com estes resultados, concluiu-se que esse sistema pode ser considerado uma excelente alternativa no preparo de cavidades retrógradas.

MORGAN & MARSHALL¹⁰¹, em 1999, analisaram através de um MEV, réplicas pré e pós operatórias de superfícies apicais de pacientes moldadas “in situ” durante cirurgias parendodônticas. As réplicas pré-operatórias foram obtidas a partir da moldagem das superfícies seccionadas com brocas multiuso e alisadas com uma broca carbide multilaminada para acabamento. As réplicas das cavidades retrógradas (pós-operatórias) foram obtidas a partir da moldagem dos preparos realizados com pontas ultra-sônicas CT-5, CT-1 e S12-D. Os autores concluíram que a ressecção apical não causou microfraturas nas superfícies apicais, e que apenas um entre os vinte cinco preparos retrógrados apresentou uma microfratura identificada no aumento de 50x.

3.4. Seleção e avaliação dos espécimes

Os estudos relacionados com o preparo de cavidades retrógradas citados anteriormente tiveram seus espécimes analisados através de cortes histológicos, com microscópio convencional, microscópio confocal, MEV e MEV com a utilização de réplicas de dentes extraídos ou réplicas de ápices de pacientes obtidos durante as cirurgias.

3.4.1. Preparo das réplicas para avaliação no MEV

A primeira utilização do sistema de réplicas para análise em microscópio foi feito por WOLF¹⁵⁷ em 1940 citado por BARNES¹² (1972). Ele descreve a análise de réplicas

de “collodion” da superfície de esmalte com um microscópio óptico. Essas películas de “collodion”, apesar de permitirem uma imagem negativa detalhada e quase perfeita dos espécimes, possuíam uma série de limitações, uma vez que as mesmas não apresentavam três dimensões.

Em 1962, DAHLBERG e KINZEY (BARNES¹², 1972), fizeram réplicas em três dimensões moldadas com um material à base de borracha e vazadas com álcool polivinil.

GRUNDY⁶⁴, em 1971, descreveu um método de confecção de réplicas usando um silicone como material de moldagem e uma resina epóxica (Araldite CY 212) na confecção do modelo. O autor defende essa metodologia para análise no microscópio eletrônico de varredura de réplicas de restaurações e suas margens feitas na própria cavidade oral. Essa técnica, segundo o autor, eliminaria duas grandes dificuldades desse tipo de estudo, a primeira seria sua limitação a dentes com indicação de extração e a segunda seria a contração causada pela desidratação excessiva dos dentes quando submetidos ao alto vácuo do MEV, causando uma falsa impressão de má adaptação das restaurações com o aparecimento de fendas.

Segundo BARNES¹² (1972), materiais de moldagem à base de silicone variam muito com relação a sua viscosidade. Esta variação pode ser de uma consistência semilíquida até semelhante a de uma borracha, dependendo da quantidade de sílica presente na mistura. Alguns silicones muito fluídos interferem na polimerização de algumas resinas epóxicas, enquanto silicones com alta viscosidade não permitem a moldagem de pequenos detalhes. O autor defende a utilização de um material à base de polivinil e clorofórmio (Formvar/thiokol) como material de moldagem e uma resina

epóxica na confecção do modelo, pois a mesma é capaz de suportar mudanças causadas pelo preparo dos espécimes para análise no MEV.

BARNES¹² (1972) ainda defende a necessidade da confecção de réplicas no estudo de tecidos mineralizados como dentina, esmalte e cimento. Ele explica que possivelmente haverá uma distorção da margem dente/restauração durante sua rápida desidratação quando submetido ao alto vácuo para a aplicação da camada de condução elétrica.

WALSH & BASU¹⁴⁶ em 1987, demonstraram que o método mais acurado e de maior fidelidade na confecção de réplicas seria a utilização de moldagens de silicone de adição vazados com resina epóxica.

CRANG & KLOMPARENS⁴³ em 1988, relatam o aparecimento de artefatos como contração e aparecimento de microfraturas em tecidos dentais durante o preparo (desidratação, secagem ao ponto crítico, calor, banho de metais pesados) para análise no MEV.

WALSH et al.¹⁴⁷ em 1991, VAN MIERLO et al.¹⁴⁰ e ABEDI et al.¹ em 1995, WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ em 1997 e MORGAN & MARSHALL¹⁰² em 1998 propõem a confecção de réplicas das superfícies dentais que seriam submetidas à análise no MEV. De acordo com os autores, estas estruturas provavelmente seriam danificadas se fossem submetidas à metalização e ao alto vácuo da câmara do microscópio. Eles utilizaram como material de moldagem na confecção de réplicas de tecidos da cavidade oral, como dentes e gengiva, um polivinil-siloxano hidrófilo (Reprosil, Caulk Div., Dentsply International, Milford, DEL, EUA).

3.4.2. Avaliação dos dados através da análise de imagens

A análise de imagem é uma das áreas de atuação da computação gráfica que, por sua vez, é a área da ciência da computação que estuda a geração, manipulação e interpretação da informação visual através dos computadores (BORRA²¹, 1998). Ela é responsável pelo estudo da informação obtida a partir da representação visual, extraindo informações contidas na imagem (cálculo de áreas, perímetros, densidade óptica, etc.) sob a forma dos mais diferentes parâmetros.

Há alguns anos, estudos (NOVELLI & BORRA¹¹⁰ em 1990, SILVEIRA et al.¹²⁷ em 1995, SILVA et al.¹²⁶ em 1996) vem sendo desenvolvidos no Brasil com o auxílio de um programa de análise de imagens (Imagelab, Softium Informática, São Paulo, SP) com o intuito de colher e adequar informações relevantes extraídas de ensaios científicos.

MAUGER et al.⁹⁸ (1998), com o auxílio de um programa de análise de imagens, estudou a anatomia de incisivos inferiores a 1, 2, 3 mm do ápice. Os autores encontraram quatro tipos distintos de canais (redondo, oval, oval alongado, losangular) e concluíram que quanto mais coronalmente é feita a apicectomia, mais alongado o canal se apresentará.

Dois trabalhos foram encontrados na literatura até o presente momento utilizando programas de análise de imagem na obtenção e cálculo de dados sobre alterações estruturais qualitativas e quantitativas de preparos de cavidades retrógradas.

O primeiro realizado por MIN et al.¹⁰⁴ em 1997, utilizou um programa de análise de imagens para contar e dimensionar (largura e comprimento) microfraturas formadas pelo preparo ultra-sônico de cavidades retrógradas.

Em 1998, LIN et al.⁸⁶, utilizando um programa de análise de imagens, avaliaram preparos de cavidades retrógradas feitos com brocas e pontas ultra-sônicas em raízes de molares superiores com dois canais e istmos. Os autores compararam a forma e o tamanho dos preparos e concluíram que os preparos ultra-sônicos produzem cavidades mais conservadoras e com menos perfurações em relação aos preparos feitos com brocas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Seleção e preparo inicial dos espécimes

Cinco grupos de dentes anteriores humanos recém extraídos foram utilizados neste trabalho. Foram selecionados para cada grupo dezenove dentes dispostos da seguinte forma:

Grupo I - Caninos Superiores

Grupo II- Caninos Inferiores

Grupo III- Incisivos Centrais Superiores

Grupo IV- Incisivos Laterais Superiores

Grupo V- Incisivos Inferiores (laterais e centrais)

Os 95 dentes no momento da extração possuíam polpas vivas, um mínimo de remanescente ósseo e periodontal na região apical e grande parte da estrutura coronária . A grande maioria dos dentes foi extraída por problemas periodontais e apresentavam uma grande mobilidade, apenas uma minoria foi extraída por questões de planejamento

clínico/protético. Durante a extração os dentes foram submetidos à luxação e foram cuidadosamente deslocados de seus alvéolos com auxílio de fórceps.

Assim que foram removidos da cavidade bucal, os dentes foram lavados por alguns minutos em água corrente e armazenados em uma solução neutra de formol a 2%, sem a limpeza ou raspagem das superfícies radiculares.

As coroas e parte das raízes dos dentes foram separadas com uma lâmina diamantada de baixa velocidade Isomet (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), restando aproximadamente 12 mm da porção radicular (Figura 1). Apesar dos dentes terem sido removidos do formol alguns minutos, por nenhum instante houve ressecamento das superfícies radiculares, uma vez que todos os cortes foram feitos sob irrigação abundante. Nesta etapa todos os dentes foram checados com um microscópio clínico M900 (D.F. Vasconcellos, São Paulo, SP), com aumento de 20x, para identificar microfraturas ou trincas. Dois dentes possivelmente danificados foram substituídos.

Com o intuito de causar as menores alterações possíveis nos dentes foi feita a opção pelo não tratamento dos canais, preservando ao máximo as estruturas internas e externas das raízes e evitando uma excessiva manipulação das mesmas.

4.2. Ressecção radicular apical

As ressecções radiculares foram feitas com um micrótomo de tecido duro de alta precisão Precise S65 spindle (Precise- High speed spindle systems, Racine, WI, EUA) visando eliminar a dificuldade em manter um padrão de corte e possíveis irregularidades

causadas pela utilização de brocas. Esse micrótomo (Figura 2), através de um estudo piloto, mostrou-se capaz de conduzir apicectomias sem fraturas ou danos à superfície dental, fato não observado quando utilizamos a lâmina de baixa rotação Isomet, a qual deixou a superfície seccionada com algumas marcas e microfraturas.

O micrótomo Precise funciona com uma lâmina fixa de 0,15 mm de espessura que gira a uma velocidade de 20.000 rpm sob irrigação abundante de água controlada por uma válvula de pressão.

4.2.1. Montagem das raízes no micrótomo e apicectomia

O primeiro passo para o corte da porção apical radicular é a montagem, com cera pegajosa (SS White, Gloucester, Reino Unido), das raízes bem hidratadas em suportes cilíndricos de metal (Figura 3 e 4). Essa metodologia dispensa a utilização de técnicas de inclusão para o corte, evitando assim o ressecamento das amostras. Esses suportes cilíndricos possuem um diâmetro de treze milímetros, razão pela qual as raízes foram seccionadas a um tamanho aproximado de 12 mm. Com as amostras fixadas, os suportes foram posicionados na posição horizontal e travados em uma plataforma móvel com as raízes posicionadas para o corte (Figuras 5 e 6). O aparelho foi ajustado para a ressecção de 3 mm da porção apical das raízes (Figura 7).

As apicectomias foram feitas individualmente e levaram aproximadamente oito minutos entre a fixação da amostras no suporte e o término do cortes. Após o término das apicectomias as raízes foram recolocadas no formol.

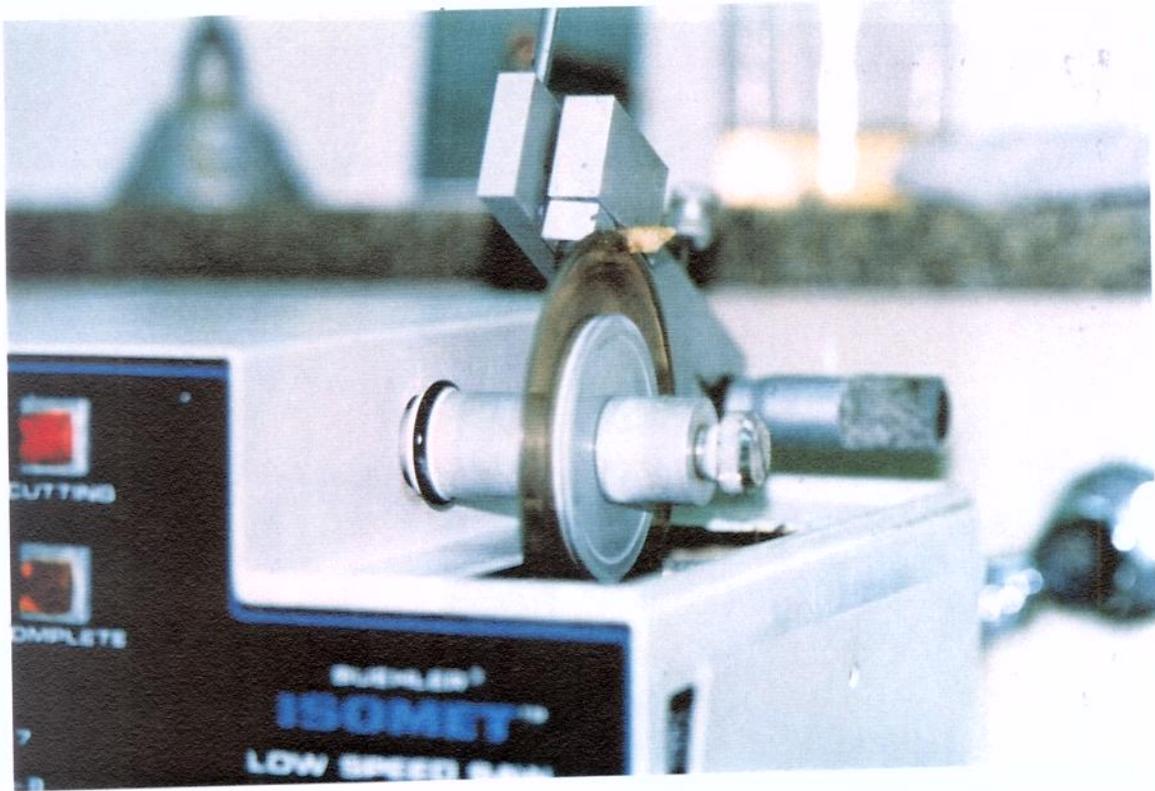


Figura 1. Corte da coroa e de parte da raiz com a lâmina Isomet.

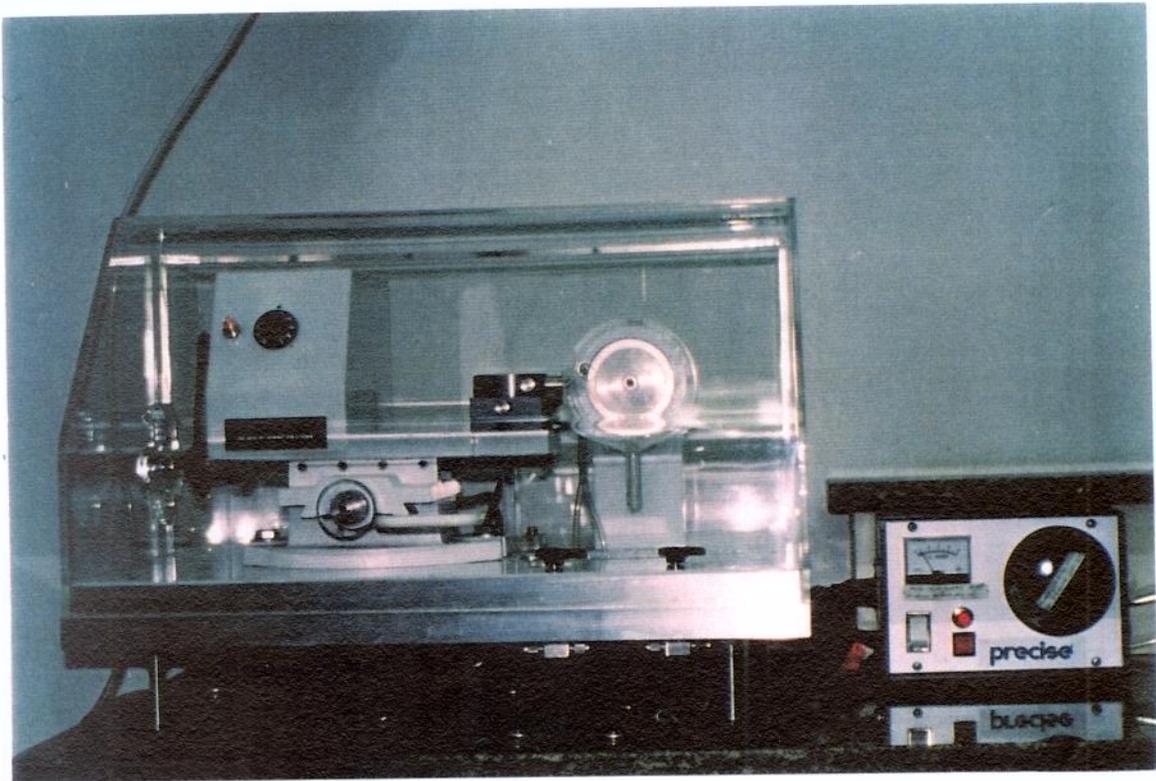


Figura 2. Micrótomo de tecido duro Precise S65.

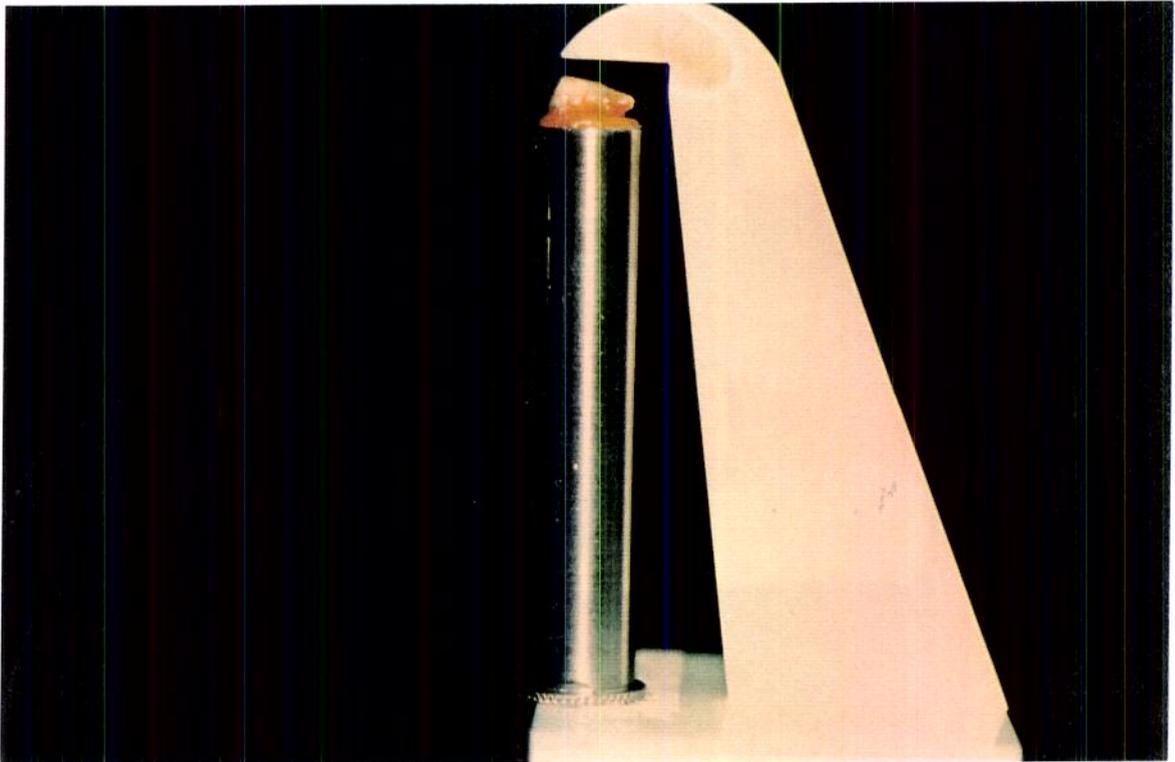


Figura 3. Suporte cilíndrico de metal e guia plástico de altura máxima.

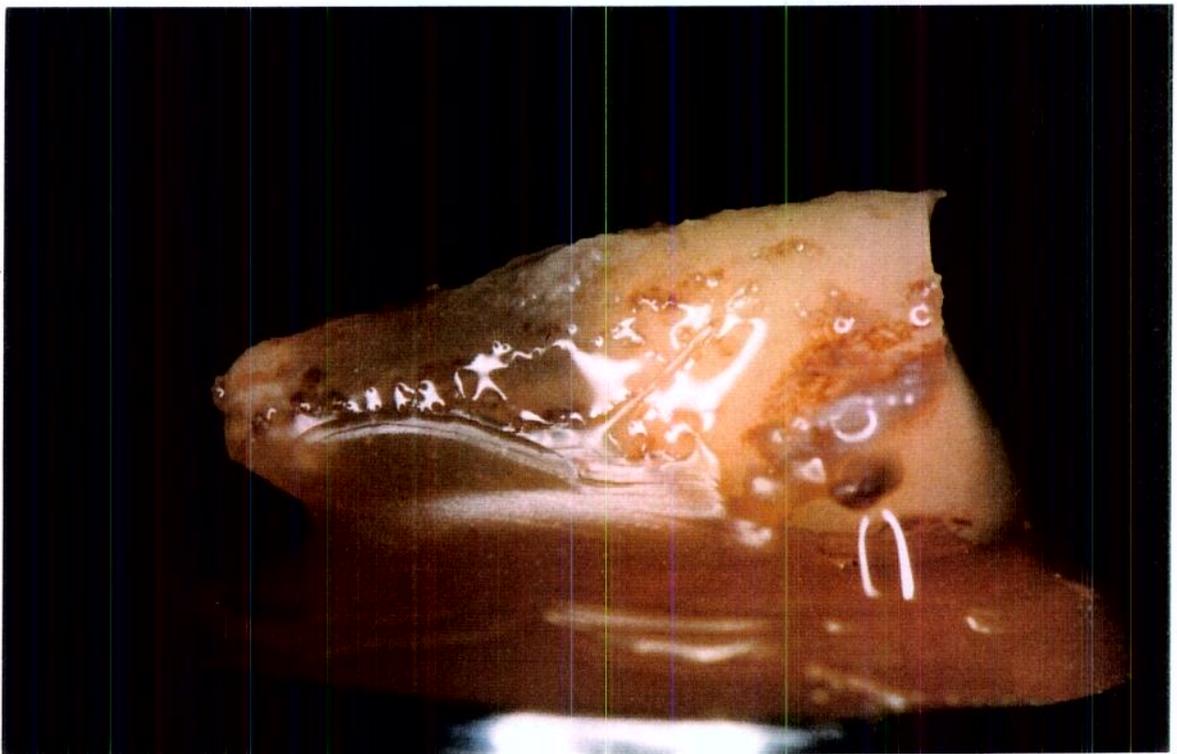


Figura 4. Detalhe da raiz posicionada no suporte com cera pegajosa.

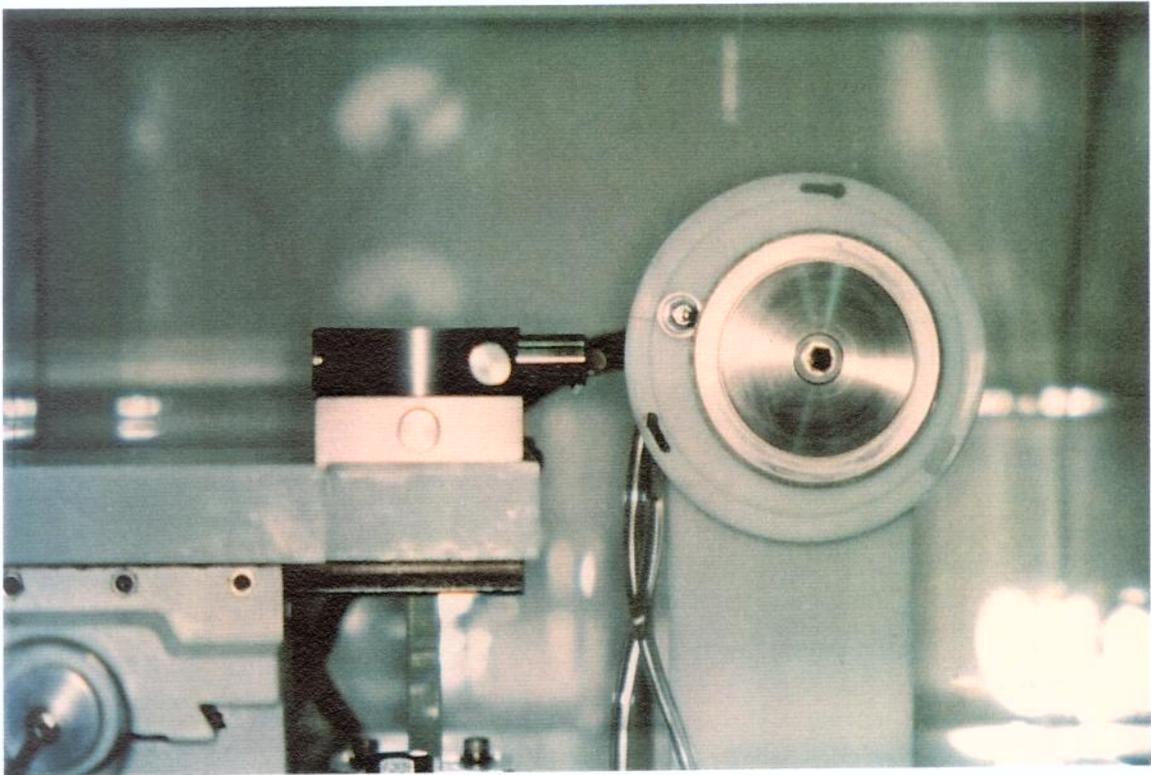


Figura 5. Suporte metálico posicionado na plataforma do micrótomo.

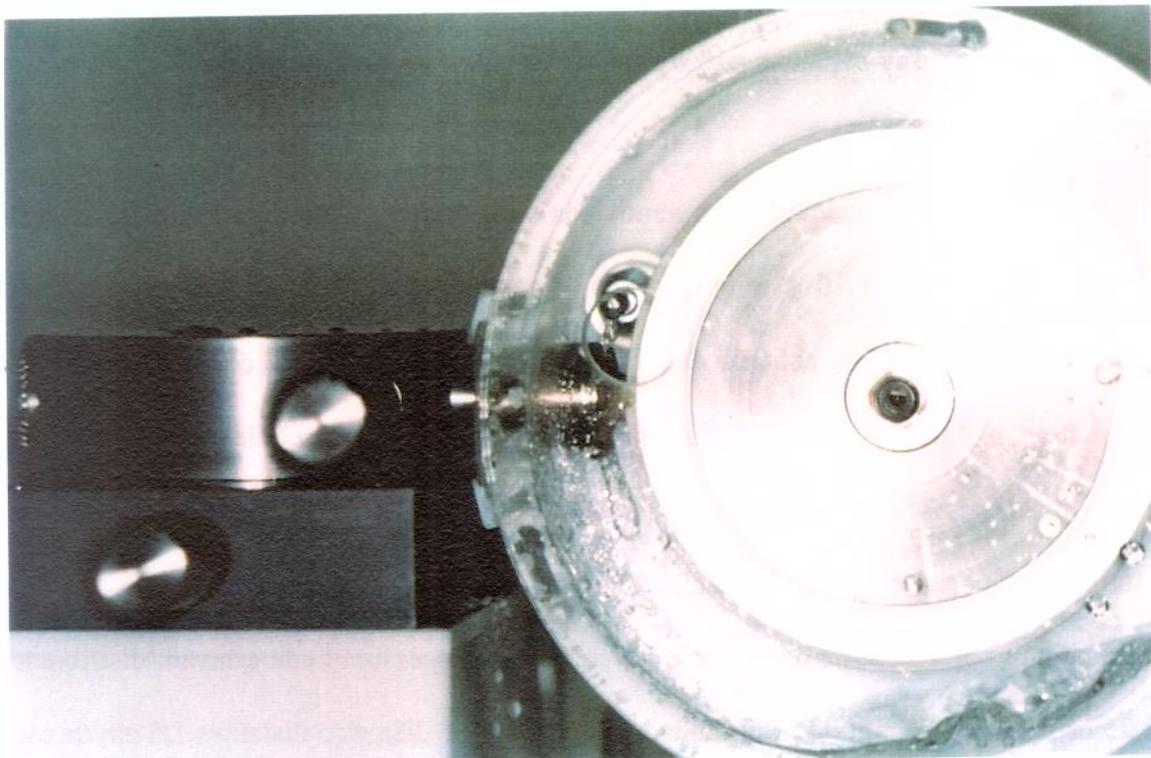


Figura 6. Suporte metálico posicionado na plataforma do micrótomo durante o corte.

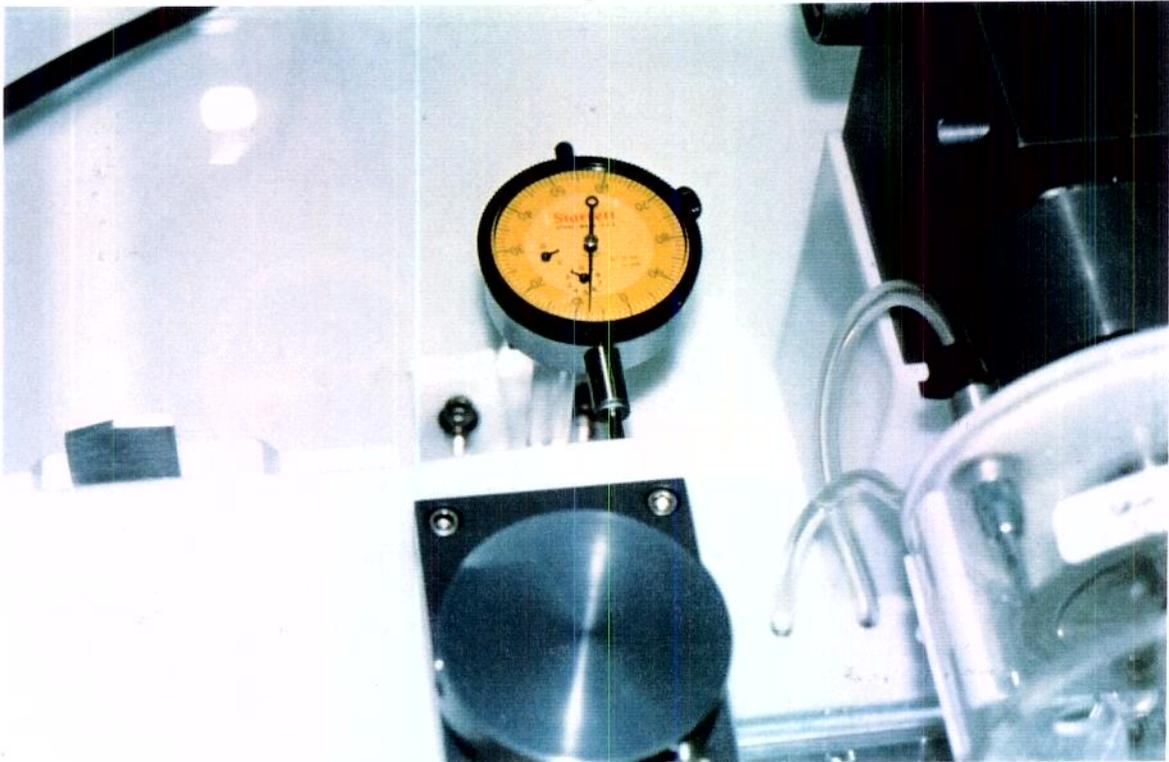


Figura 7. Instrumento calibrador de cortes do micrótomo (marcação em micrometros).

4.3. Preparo das réplicas pré operatórias para análise no MEV

As raízes seccionadas foram removidas do formol e enxaguadas em água corrente por aproximadamente três minutos. Após este intervalo, as raízes a serem moldadas foram imersas em uma solução de EDTA a 20% por um minuto, com a finalidade de remover o “smear layer” e facilitar a observação microscópica das superfícies seccionadas. As raízes foram novamente enxaguadas em água corrente por cinco minutos e posicionadas em uma placa acrílica. As dimensões dessa placa eram de 16 cm de largura por 16 cm de comprimento e 1,5 cm de espessura onde estavam distribuídos 25 orifícios de 14 mm de profundidade por 12 mm de diâmetro distantes 1,5 cm de cada uma em todas as direções.

4.3.1. Moldagem das raízes seccionadas

As raízes foram posicionadas no interior desses orifícios presas com cera pegajosa (SS White, Gloucester, Reino Unido), com a superfície apical voltada para cima o mais paralelamente possível em relação à superfície da placa. Somente quatro dentes eram posicionados de cada vez, tentando evitar ao máximo o ressecamento das estruturas radiculares (Figura 8).

A região central dos canais das raízes úmidas foram levemente secas com cones de papel Tanari tamanho 20 (Tanriman Ltda., Manaus, AM), com o auxílio de um microscópio clínico M 900, estando assim prontas para serem moldadas.

Com as raízes posicionadas, montamos a pistola aplicadora do Aquasil ULV (Figura 9), material de moldagem à base de siloxano hidrófilo quadrifuncional, tipo 3, ultra baixa viscosidade (Dentsply-De Trey, Konstanz, Alemanha) com o cartucho de material, a ponta de mistura e a ponta intra-oral. Injetamos o material dentro das cavidades ao redor dos dentes apertando levemente o gatilho da pistola, sempre iniciando a aplicação pelas partes mais cervicais das raízes, subindo em direção a parte apical (Figura 10). No momento em que a raiz estava totalmente encoberta, interrompia-se a injeção do material e iniciava-se a injeção em outro orifício. Como as injeções do material foram feitas de quatro em quatro raízes, após cada aplicação trocávamos as pontas de mistura e a ponta intra-oral da pistola dispensadora.

Após quatro minutos as moldagens estavam totalmente polimerizadas e eram retiradas dos orifícios da placa acrílica com o auxílio de uma espátula de metal número dois (Duflex, São Paulo, SP). Na grande maioria das vezes as raízes desprendiam-se da

cera e ficavam no interior das moldagens (Figura 11), tendo que ser removidas com o auxílio de uma pinça dente de rato e colocadas rapidamente em formol.

Seguindo recomendações do fabricante, os moldes permaneceram pelo menos uma hora sem qualquer manipulação. Durante este intervalo não é recomendado o vazamento da resina, pois poderia haver a formação de superfícies porosas nos modelos graças a liberação de gases por parte do material de moldagem.

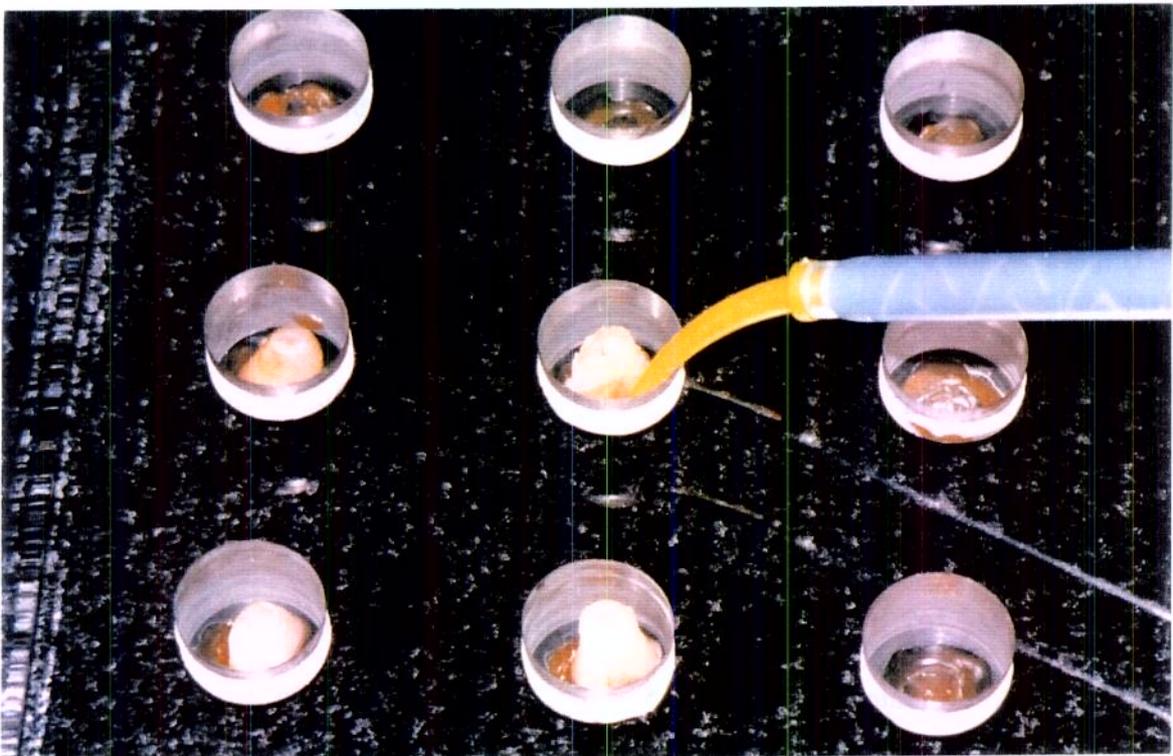


Figura 8. Raízes posicionadas na placa de acrílico no início da moldagem.

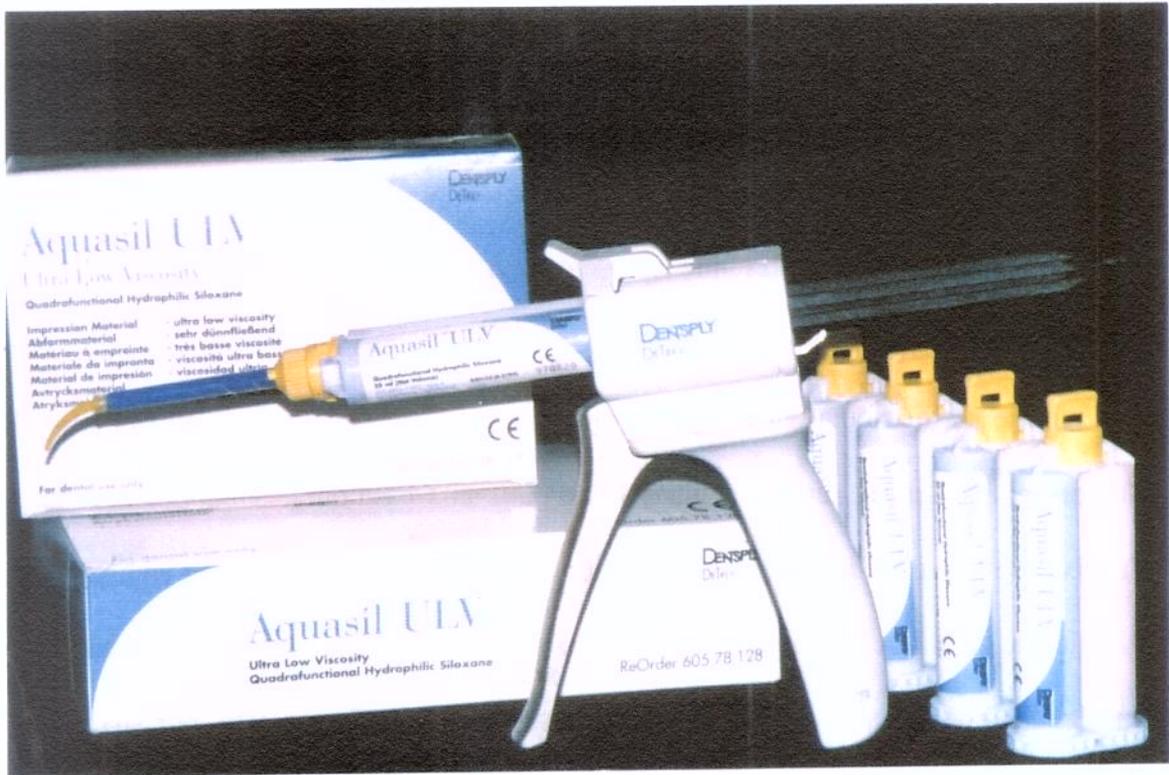


Figura 9. Kit do material Aquasil ULV.

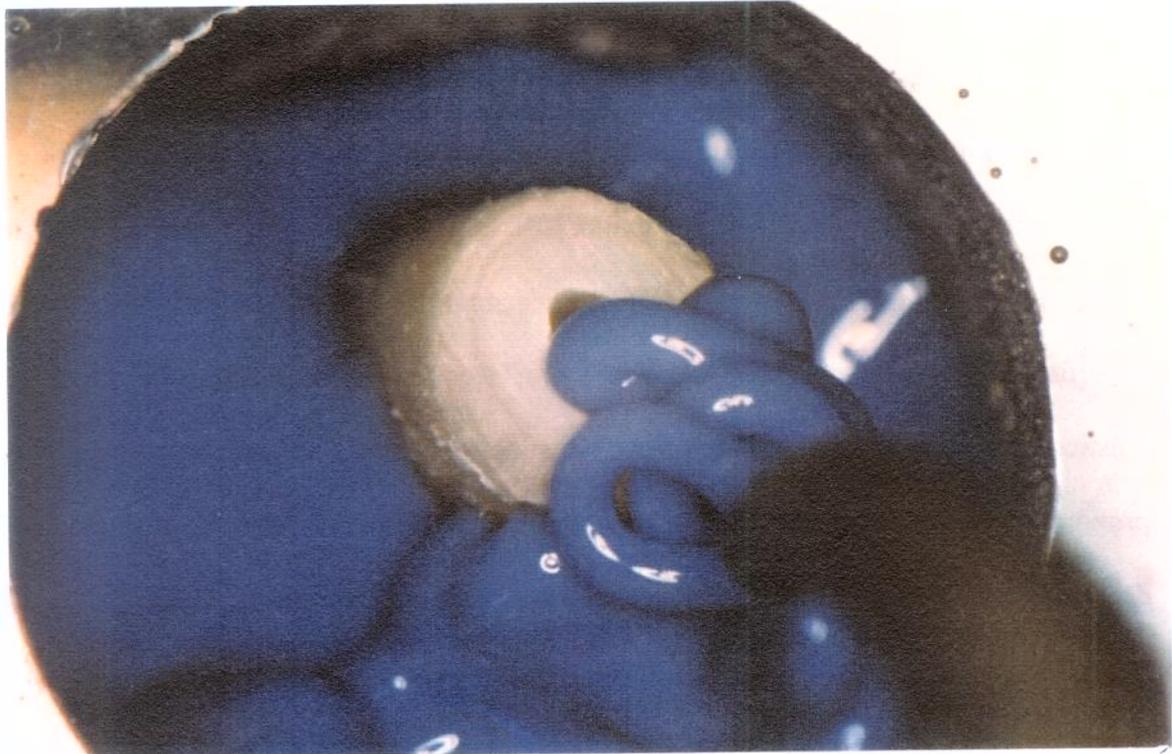


Figura 10. Completo preenchimento de uma raiz com Aquasil ULV.

4.3.2. Confeção das réplicas de resina epóxica

Com um microscópio clínico M900 (aumento de 20x), verificamos todas as moldagens refazendo aquelas que apresentavam bolhas ou imperfeições (Figura 12). Visando diminuir ao máximo o aparecimento de bolhas nos modelos, foi confeccionado um suporte acrílico cuja parte superior possuía um orifício com as mesmas dimensões dos orifícios da placa acrílica (Figura 13) e com uma base dimensionalmente capaz de encaixar-se à peanha de um agitador de tubos de ensaio 126MA (Marconi equipamentos, Piracicaba, SP). As moldagens, com a parte a ser vazada voltada para cima, foram encaixadas no orifício da parte superior desse suporte acrílico e este, por sua vez, foi acoplado ao agitador de tubos Marconi (Figura 14). Após o acionamento do agitador este conjunto comportava-se como um simples vibrador, auxiliando (juntamente com um pincel) o escoamento da resina no interior dos moldes (Figura 15).

Após um estudo piloto, decidiu-se pela utilização da resina epóxica CMR-028 e o endurecedor CME-251 (Polipox, São Paulo, SP). Esse sistema possui média viscosidade e depois de curado, torna-se rígido, transparente e com excelente acabamento superficial. A resina e o endurecedor foram vagarosamente misturados em copos plásticos descartáveis, com o auxílio de um pincel número 1 (Tigre, Joinville, SC) na proporção 1 (resina) para 0,45 (endurecedor) em peso. A mistura preparada era despejada dentro dos moldes com o agitador acionado (agitação no nível 3 do aparelho) até seu completo preenchimento. À temperatura ambiente (25 °C), cerca de 10 horas foram necessárias para que ocorresse o endurecimento das réplicas e sete dias para que ocorresse sua completa polimerização (informações fornecidas pelo fabricante).

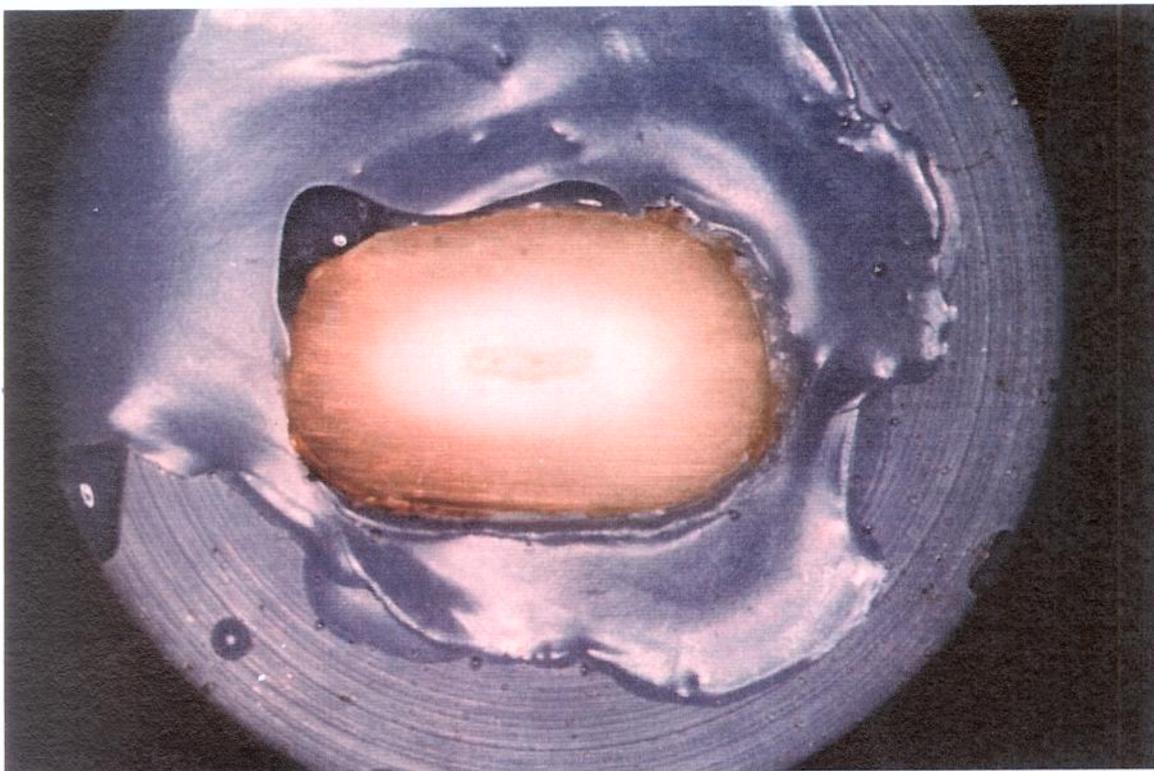


Figura 11. Molde polimerizado com uma raiz no seu interior.



Figura 12. Parte interna da moldagem vista com um microscópio clínico.

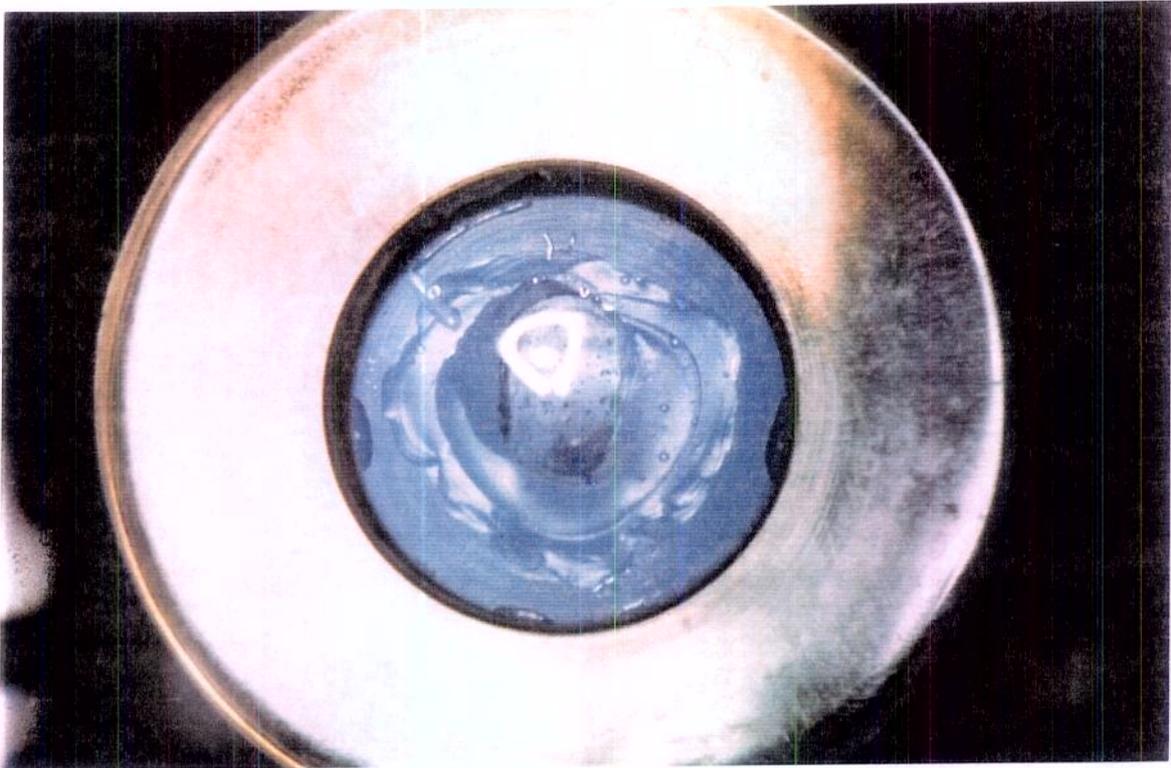


Figura 13. Suporte acrílico que encaixa-se ao agitador de tubos de ensaio.

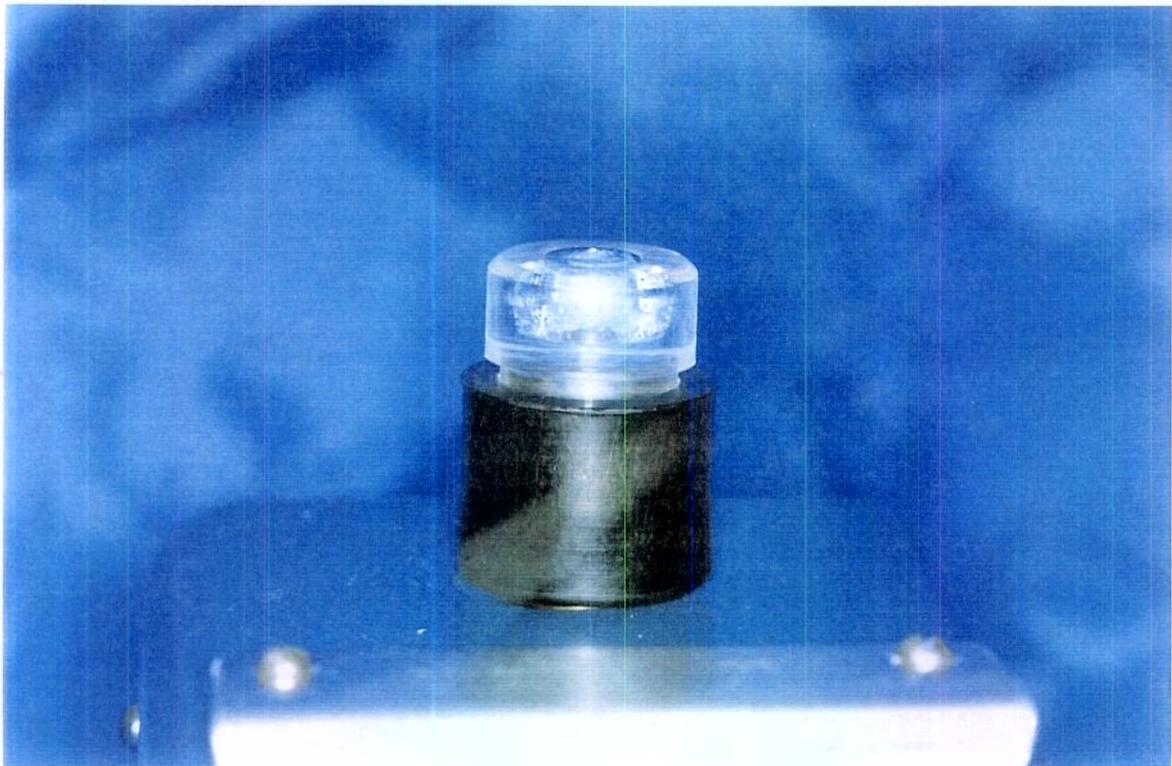


Figura 14. Suporte acoplado à peanha do agitador de tubos de ensaio.

4.3.3. Montagem das réplicas e obtenção das imagens no MEV

Dando seqüência ao preparo das réplicas, após o período de sete dias os modelos de resina epóxica (Figura 16) foram removidos dos moldes e observados sob a luz de um microscópio clínico M900 (aumento de 20x), para verificação de possíveis alterações. Em alguns casos houve necessidade de produzirmos novas réplicas, o que foi possível pela grande estabilidade dimensional do material de moldagem utilizado.

Com o auxílio de um porta agulha Hu Friedy (Hu Friedy, Chicago, IL, EUA), de uma caneta de baixa rotação Kavo (Kavo do Brasil, Joinville, SC) e de discos de aço, as réplicas que estavam em boas condições eram cortadas na sua parte mais cervical. Estes cortes foram feitos com a finalidade de regularizar o que viria ser a base da amostra e diminuir a altura das mesmas, facilitando sua colocação na câmara do MEV.

Os cinco milímetros apicais restantes das réplicas eram fixados em suportes padronizados (“stubs”) de latão de diâmetro de 12 mm, com a parte mais apical voltada para cima e a parte cortada pelo disco de aço fixada a uma fita adesiva dupla face. De acordo com seu tamanho, duas ou três réplicas foram posicionadas nos “stubs” de latão (Figura 17).

As réplicas foram metalizadas com um evaporador Balzers MED010 (Balzers Thin Films, Liechtenstein), onde o tempo de “sputtering” (banho de ouro) foi convencionado em 100 segundos .

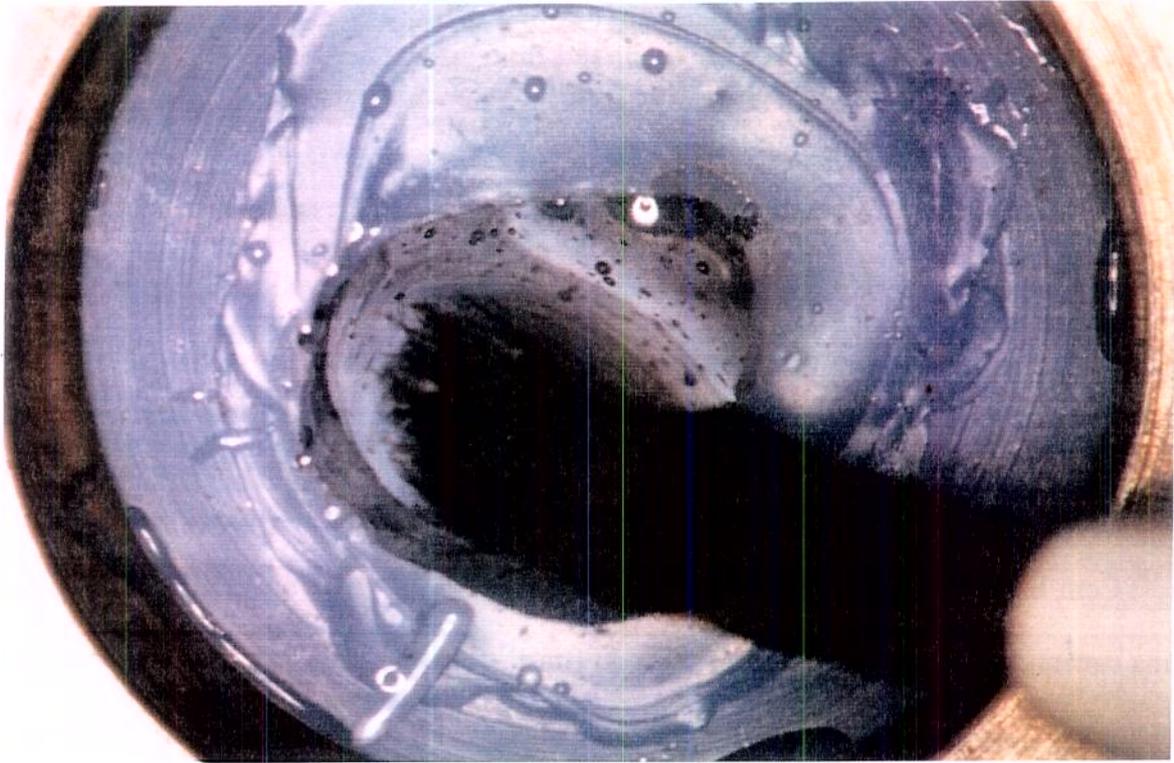


Figura 15. Colocação da resina no molde com auxílio de um pincel.



Figura 16. Amostras de réplicas após a polimerização.

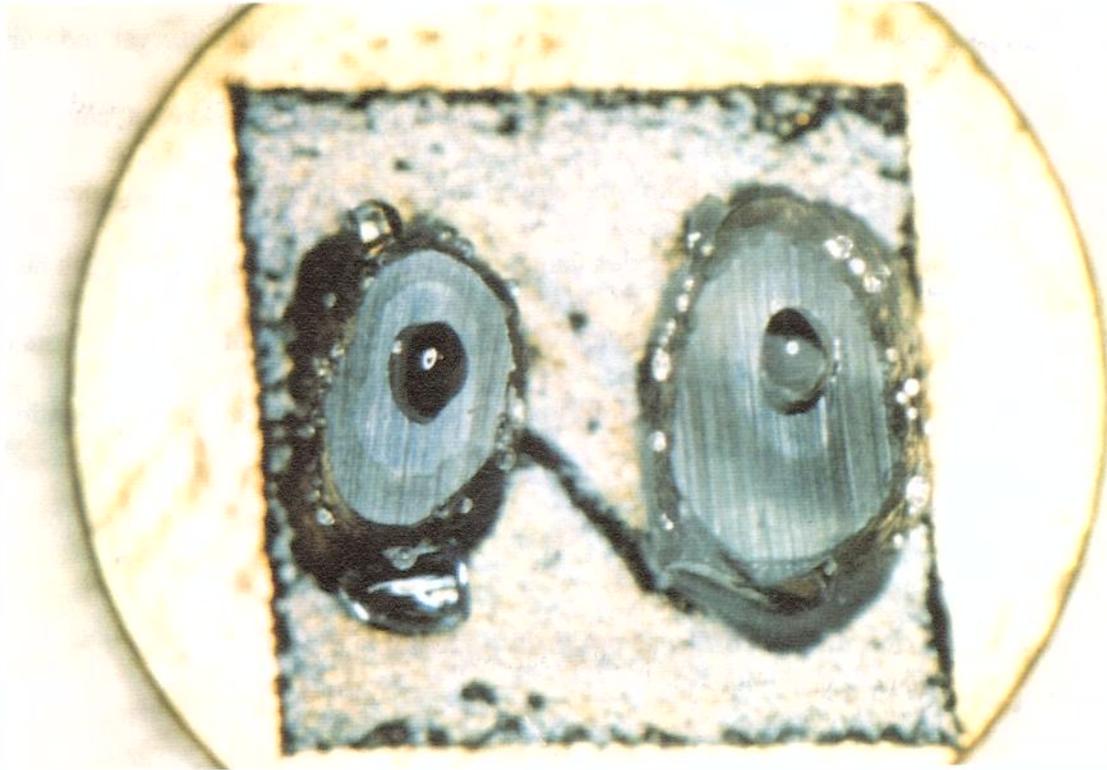


Figura 17. Réplicas de duas raízes montadas no “stub”, prontas para serem metalizadas.

As réplicas foram (total de 80) analisadas com um microscópio eletrônico de varredura DSM940A (Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha), e tiveram as imagens dos canais e de sua superfície apical digitalizadas e gravadas em disquetes de 100 MB (Iomega, Roy, UT, EUA). Os ajustes utilizados no exame dos espécimes foram padronizados em 15 kV para alta tensão e 0.80 μ A para a emissão da corrente do filamento. Três aumentos foram padronizados e gravados para cada réplica, sendo que as imagens gravadas representavam a superfície seccionada da raiz vista de cima, uma visão perpendicular ao seu longo eixo.

O primeiro aumento de 18x mostrava toda a área do canal (posicionado na região central da imagem), a dentina e o cimento. Este aumento foi o maior possível capaz de englobar todas essas estruturas em todos os dentes deste estudo.

O segundo aumento padrão foi 40x, aumento que nos permitiu observar toda área do canal, uma parte da dentina ao redor desses canais e algumas vezes em raízes menores, zonas de cimento. É bom mencionar que caso houvesse o surgimento de microfraturas mais invasivas ao redor dos canais, as mesmas seriam a identificadas neste aumento, e descartadas. As outras imagens foram gravadas no aumento de 150x, uma da região superior e a outra da região inferior das margens dos canais, verificando a presença ou não de microfraturas.

4.4. Avaliação dos dados com o programa de análise de imagens

Com o auxílio de um programa de análise de imagem chamado Imagelab (Softium Informática, São Paulo, SP), todas as imagens digitalizadas das réplicas nos aumentos de 18, 40 e 150x tiveram suas estruturas calculadas.

A imagem digitalizada é a representação abstrata de um objeto (réplicas) ou de uma cena. Ela é formada por números dispostos em matriz. Cada número da imagem representa a intensidade de luz que uma região da imagem reflete. Todo número da imagem, denominado pixel, pode ser representado por um ponto em algum dispositivo de saída, neste caso um monitor. Quanto maior a resolução do sistema de aquisição da imagem, maior a quantidade de pontos ou pixels que irá compor a matriz, definindo o seu tamanho e qualidade.

Todas as medidas feitas pelo programa basearam-se na quantidade de pixels presentes na imagem projetada no monitor.

Quando comparamos imagens da mesma estrutura em aumentos de 18 e 40x , o aumento maior terá o número de pixels muito maior que o aumento menor, portanto para atingirmos um valor métrico idêntico da mesma estrutura em ambos aumentos, cada pixel representará um valor diferente em cada aumento. Esse ajuste de proporcionalidade foi feito através de uma calibração.

O processo de calibração consiste na determinação da dimensão do pixel em relação a objeto real. Esse processo só se aplica quando as imagens são planas e uniformes.

Para calibração de uma imagem deve-se usar uma imagem padrão que apresenta referências verticais e horizontais de distâncias conhecidas. O uso de duas referências se justifica, pois os sensores podem ser retangulares, apresentando a largura maior que a altura. A escala métrica estipulada para cada aumento (18x-mm, 40x-mm, 150x- μ m) durante a calibração, foi baseada em pontos de referência nas imagens com os cursores de medida oferecidos no monitor do MEV.

A calibração de cada aumento não precisa ser alterada, desde que as condições de digitalização não sejam modificadas (lente, câmera, placa de digitalização, aumento e resolução).

4.4.1. Cálculo de áreas

O cálculo de áreas foi um dos recursos utilizados deste programa. Com o auxílio de um cursor na tela de um computador Five Star (Five Star, São Paulo, SP) 233 (velocidade do processador 233 MHz) MMX[®] (Intel, Santa Clara, CA, EUA) controlado por um “mouse”, as áreas calculadas em milímetros quadrados foram demarcadas nas imagens das réplicas e calculadas com o acionamento de uma tecla específica (cálculo de áreas) na barra de ferramentas do programa Imagelab.

No aumento de 18x foram calculadas três áreas nas imagens das réplicas:

- a) A. total- área total da superfície apical (Figuras 18 e 19).

- b) A. canal- área do canal (Figura 20).

- c) A. mineral- área mineral da superfície apical (Calculado pela subtração da A. canal da A. total).

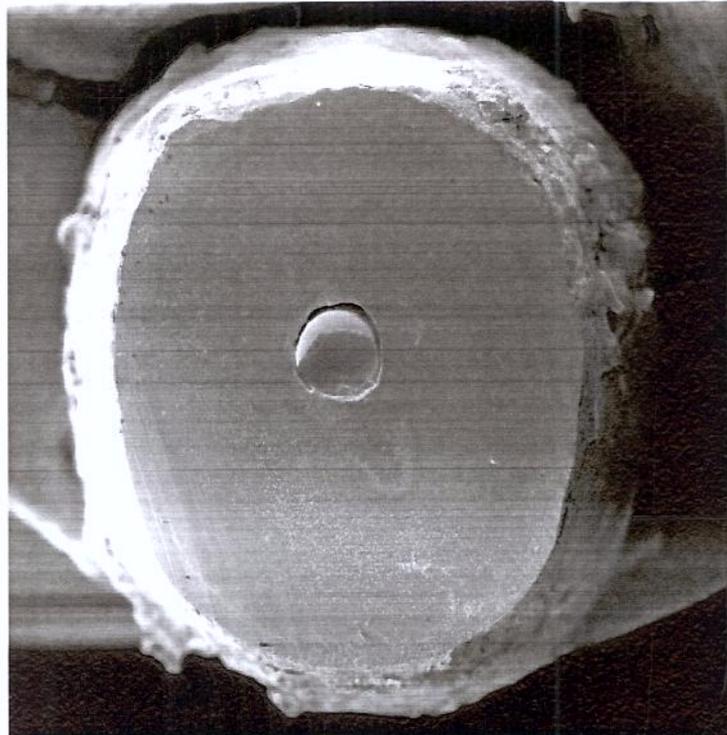


Figura 18. Réplica da superfície apical seccionada da raiz de um incisivo central superior.

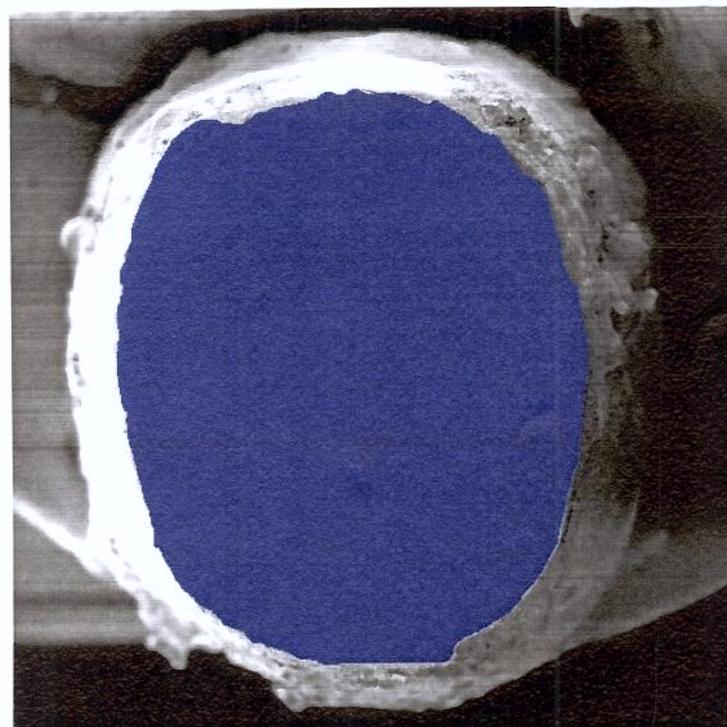


Figura 19. Réplica da superfície apical com área total demarcada pelo programa Imagemlab.

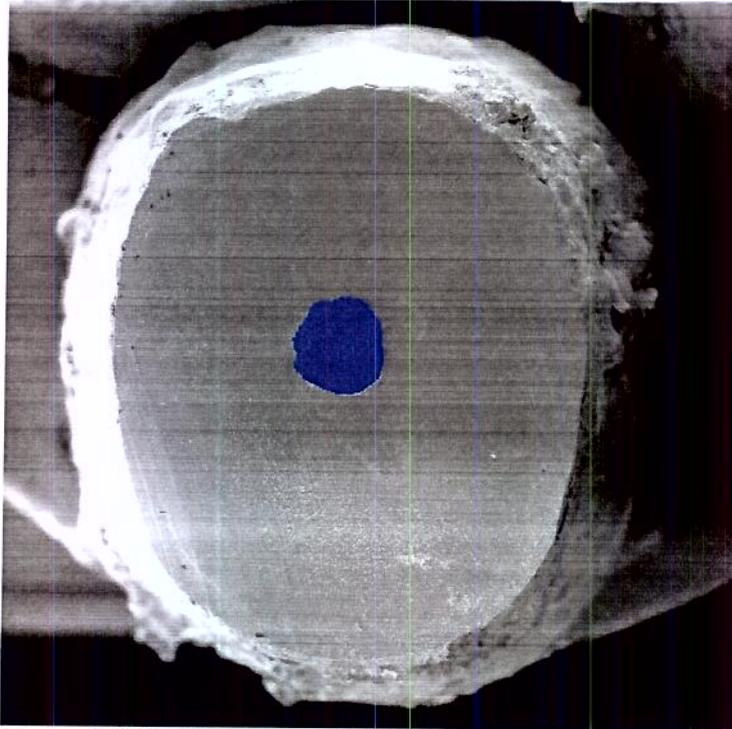


Figura 20. Réplica da superfície apical com área do canal demarcada pelo programa Imagelab.

4.4.2. Cálculo de distâncias

As distâncias entre as estruturas foram calculadas assinalando dois pontos nas imagens com o auxílio de um cursor no monitor, controlado por um “mouse”, e acionando uma tecla específica (cálculo de distâncias) na barra de ferramentas do programa Imagelab.

No aumento de 18x duas linhas imaginárias, uma vertical e uma horizontal, passando pelo ponto central do canal (Figura 21) dividiram a superfície apical das réplicas em quatro quadrantes. Seguindo essas duas linhas nas imagens projetadas no monitor foram calculadas em mm oito distâncias distintas:

- a) X- distância da margem esquerda da superfície apical até a margem esquerda do canal (Figura 22);
- b) X1- distância da margem direita do canal até a margem direita da superfície apical (Figura 22);
- c) Y- distância da margem superior da superfície apical até a margem superior do canal (Figura 22);
- d) Y1- distância da margem inferior do canal até a margem inferior da superfície apical (Figura 22);
- e) A- distância da margem esquerda à margem direita da superfície apical (Figura 23);
- f) B- distância da margem superior à margem inferior da superfície apical (Figura 24);
- g) C- distância da margem esquerda à margem direita do canal (Figura 25);
- h) D- distância da margem superior à margem inferior do canal (Figura 26).

Todas as distâncias e áreas foram utilizadas na comparação dos dados pré e pós-operatórios e foram subsídios fundamentais na classificação das raízes pelo tamanho.

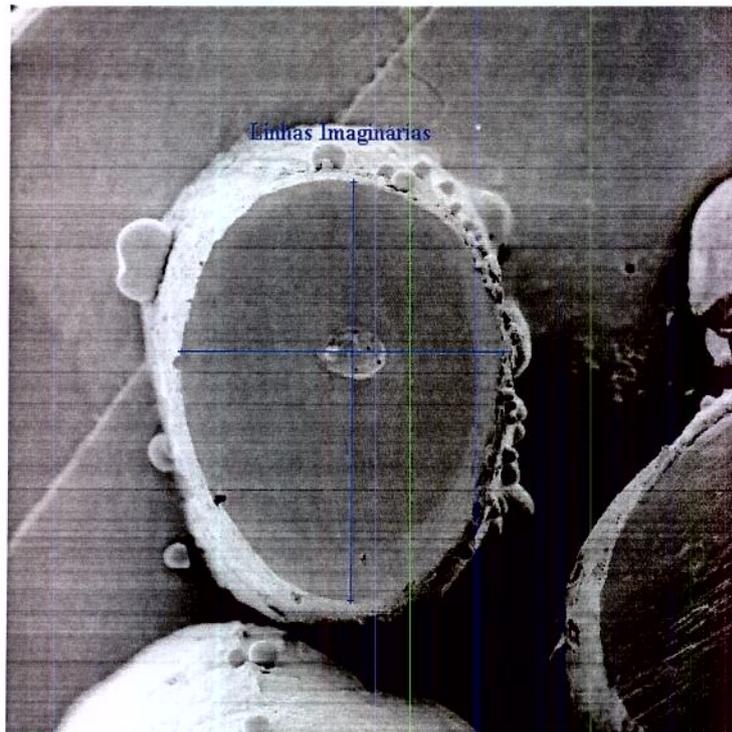


Figura 21. Superfície apical com as linhas demarcadas passando pela região central do canal (incisivo lateral superior).

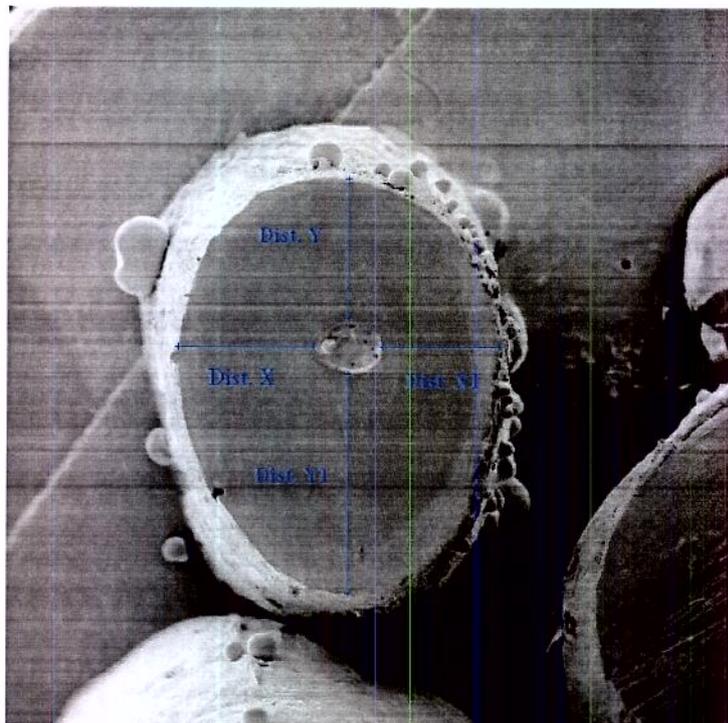


Figura 22. Superfície apical com as distâncias X, X1, Y e Y1 demarcadas.

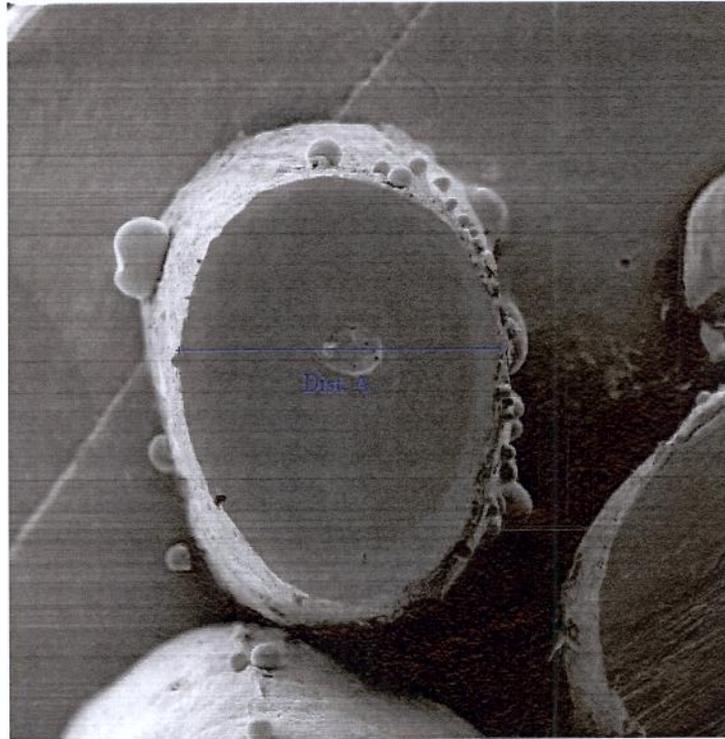


Figura 23. Superfície apical com a distância A demarcada.

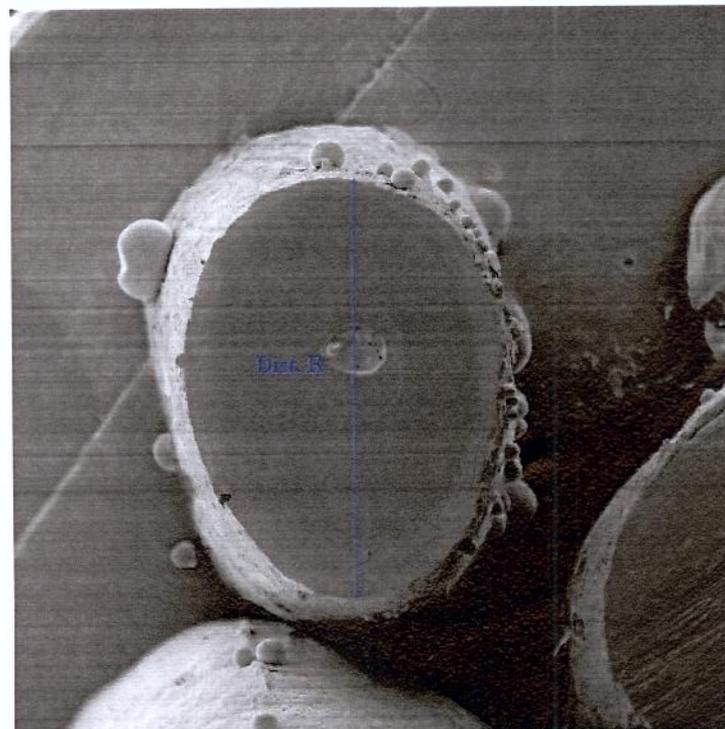


Figura 24. Superfície apical com a distância B demarcada.

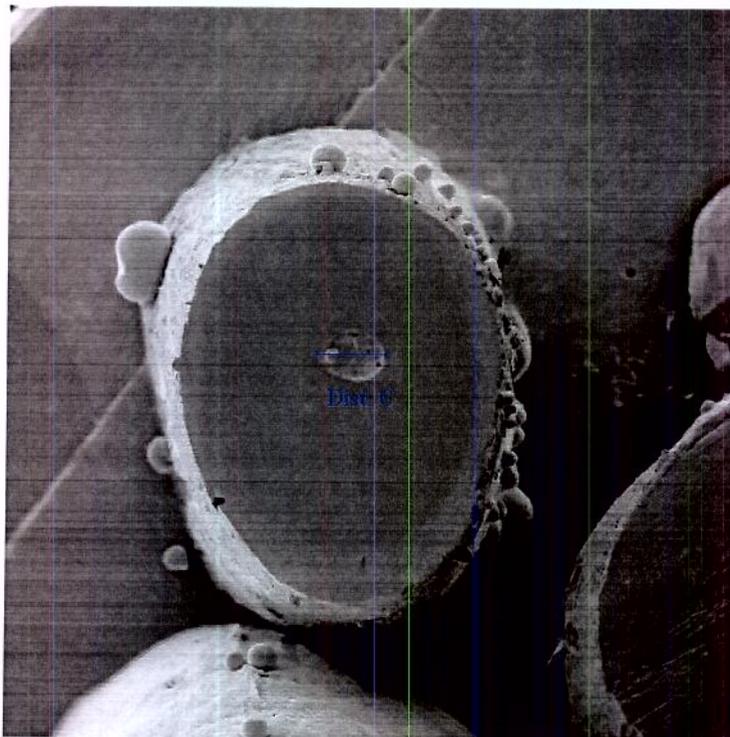


Figura 25. Superfície apical com a distância C demarcada.

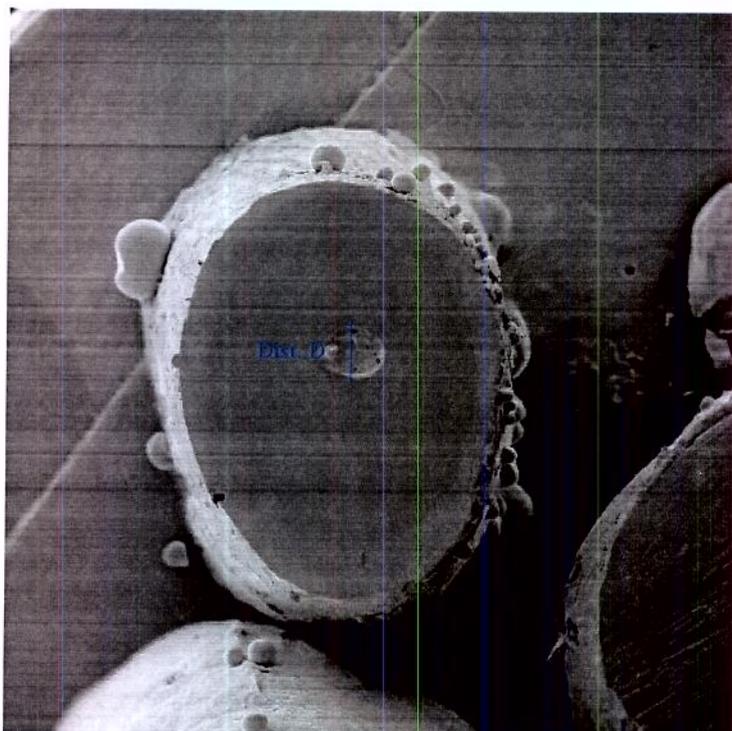


Figura 26. Superfície apical com a distância D demarcada.

4.4.3. Identificação de microfraturas

Com as imagens digitalizadas das réplicas nos aumentos de 40 e 150x, tentamos identificar microfraturas ou ranhuras (“marginal chipping”) nas regiões à margem dos canais. Com essa metodologia as réplicas pré-operatórias serviram como controles, garantindo que as eventuais microfraturas encontradas nas réplicas pós-operatórias fossem induzidas necessariamente pelo preparo das cavidades retrógradas.

Caso fosse encontrado qualquer tipo de irregularidade, seria feito o cálculo das áreas afetadas e as raízes seriam substituídas, retomando as etapas anteriores.

4.5. Classificação do tamanho das raízes

Alguns trabalhos (ABEDI et al.¹, 1995) associam o tamanho da estrutura radicular (entre a margem do canal até o cimento) e área do canal com o aparecimento de microfraturas durante o preparo ultra-sônico.

Por essa razão, decidimos subdividir os grupos dentais em blocos. Ou seja, dentro de cada grupo (I a V) teríamos metade das raízes classificadas como pequenas e a outra metade classificadas como grandes, tentando diminuir ao máximo a influência do fator tamanho nos resultados obtidos.

Dois critérios foram levados em consideração na divisão dos blocos. Um dos critérios escolhidos foi a área mineral e o outro, algumas distâncias mencionadas acima, obtidas com o Imagelab.

4.5.1. Classificação das raízes pela área mineral (critério 1)

Como visto anteriormente, o cálculo da área mineral de cada raiz foi feito através da subtração $A. \text{ total } (-) A. \text{ canal}$.

Foi calculada a média da área mineral para cada grupo dental (I a V). As raízes que possuíam os valores da área mineral (A. mineral) menores que o valor da média foram classificadas como pequenas e as que possuíam os valores maiores foram classificadas como grandes.

A distribuição das raízes em cada grupo de acordo com sua área mineral foi representada em gráficos seguindo as médias minerais representadas em milímetros quadrados. A representação gráfica do Grupo I (caninos superiores) foi demonstrado como exemplo no Gráfico 1. Os demais grupos estão representados no capítulo 9-Anexos (Gráficos 10, 11, 12, e 13).

4.5.2. Classificação das raízes pelas distâncias (critério 2)

O segundo critério utilizado foi um pouco mais complexo e não menos importante que o primeiro. Como foi citado anteriormente, as distâncias entre as margens internas do canal até as margens externas da superfície da raiz (região do cimento) podem desempenhar um papel determinante no aparecimento de microfraturas.

Algumas raízes consideradas grandes pelo valor de sua área mineral não apresentavam o canal localizado em sua região central. Quanto mais periféricamente dispunha-se o canal, menores eram duas das quatro distâncias estipuladas de sua

margem à margem da superfície radicular (distâncias calculadas X, X1, Y e Y1). Como conseqüência teríamos, supostamente, dentes mais susceptíveis ao surgimento de microfraturas no momento do preparo de suas cavidades retrógradas.

Visando diminuir esta possibilidade, foram escolhidas as menores distâncias calculadas nos sentidos horizontal (X ou X1) e vertical (Y ou Y1) de cada réplica para a montagem de gráficos. Cada grupo (I a V) tinha seu próprio gráfico de dispersão que comparou pares de valores em eixos x e y. Os menores valores entre X e X1 (as distâncias de menor valor) e os menores valores entre Y e Y1 das 19 réplicas foram situadas como pontos no gráfico de dispersão. As médias dos menores valores das distâncias horizontais e verticais de cada grupo foram colocadas nos gráficos como 2 novos eixos.

Todas as raízes (representadas por pontos) que posicionavam-se do lado inferior esquerdo dos eixos das médias no gráfico foram consideradas pequenas, pois os valores de suas distâncias X ou X1 e Y ou Y1 eram menores do que a média, conseqüentemente as raízes localizadas na parte superior direita, por terem valores acima da média foram consideradas grandes. As raízes representadas por pontos cujos valores verticais eram maiores do que a média, e os horizontais menores ou vice-versa foram descartadas.

A representação gráfica desses pontos do Grupo I (caninos superiores) foi demonstrado como exemplo no Gráfico 2. Os demais grupos estão representados no capítulo 9-Anexos (Gráficos 14, 15, 16 e 17).

Gráfico 1. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo I (critério 1).

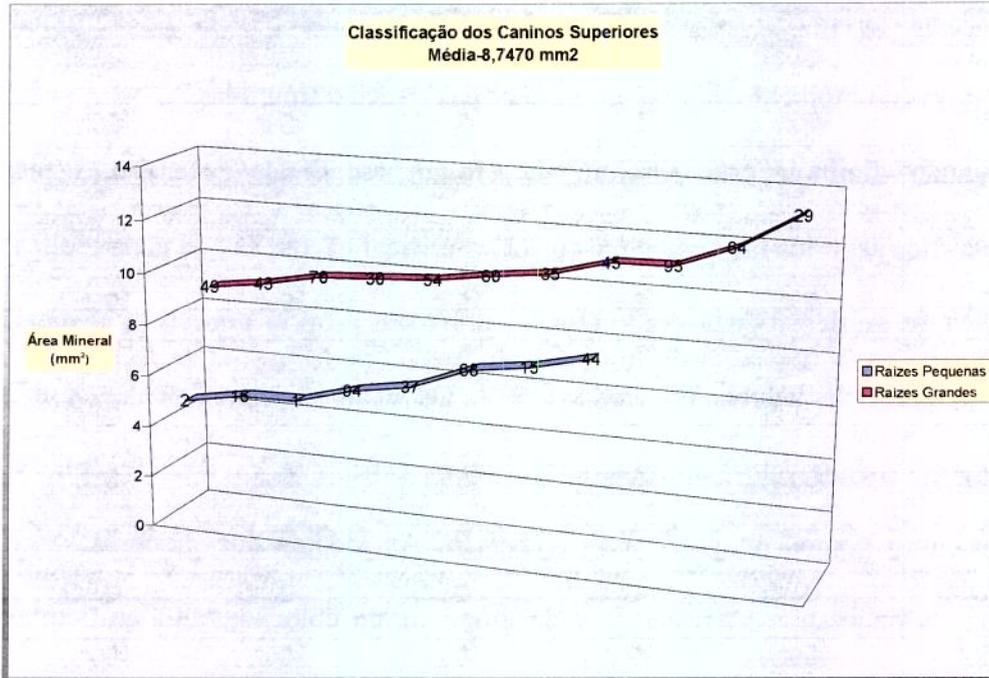
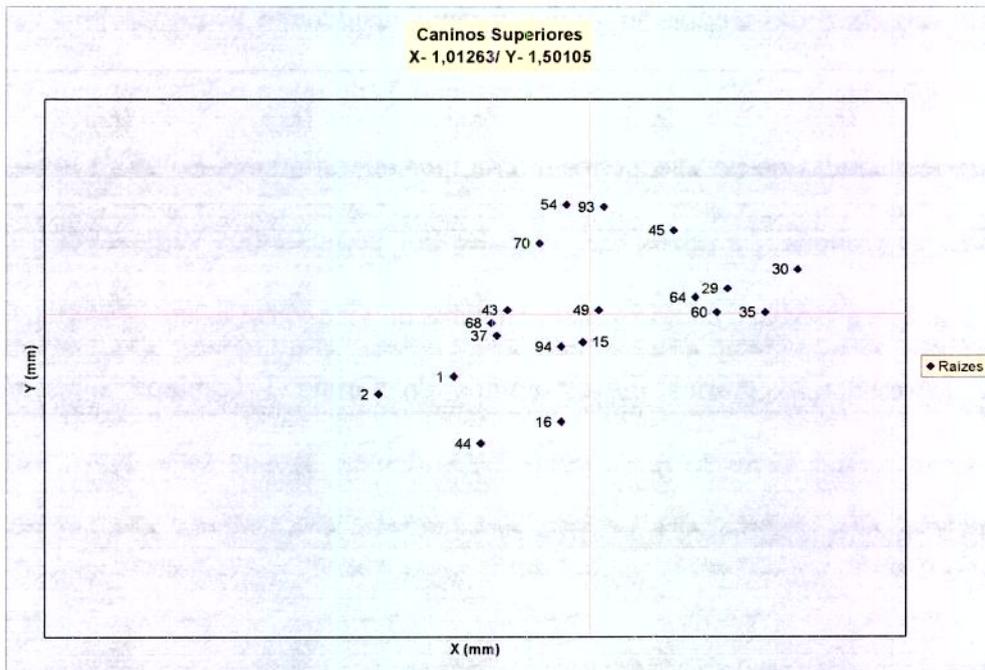


Gráfico 2. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo I (critério 2).



4.6. Divisão dos grupos experimentais

Com as réplicas prontas, dimensões calculadas e raízes devidamente classificadas, quatro tipos de tratamento foram instituídos nos grupos experimentais. Apenas as raízes que receberam a mesma classificação em ambos os critérios foram utilizadas. Inicialmente cada grupo (I a V) era composto por 19 raízes (95 no total), após a realização da classificação três raízes de cada grupo foram descartadas. Um total de 80 espécimes (40 grandes e 40 pequenos) foi utilizado no preparo das cavidades retrógradas.

Um tipo distinto de tratamento foi aplicado a cada quatro raízes de cada grupo (duas grandes e duas pequenas). A escolha dos tipos de tratamento foi aleatória, sendo realizada através de um sorteio (Tabela 1).

Os quatro tratamentos propostos foram:

- a) Tratamento 1- cavidades retrógradas preparadas com o aparelho ultra-sônico Multi-sonic (Gnatus, Ribeirão Preto, SP) utilizando pontas especiais para microcirurgia K.I.S. número 1 (Obtura/Spartan, Missouri, EUA) com ângulo de 80 graus e cobertura de nitrito de zircônio (Figura 27).
- b) Tratamento 2- cavidades retrógradas preparadas com o aparelho ultra-sônico Multi-sonic (Gnatus, Ribeirão Preto, SP) utilizando pontas para cirurgia S12- 90 (Satelec, Paris, França) sem diamante (Figura 28).

- c) Tratamento 3- cavidades retrógradas preparadas com o aparelho sônico Sonicflex 2000 N (Kavo, Joinville, SC) utilizando pontas Sonicreto (Kavo, Biberach, Alemanha) diamantadas número 16 (Figuras 29 e 30).
- d) Tratamento 4- cavidades retrógradas preparadas com o aparelho ultra-sônico Multi-sonic (Gnatus, Ribeirão Preto, SP) utilizando pontas para cirurgia S12D- 90 (Satelec, Paris, França) diamantadas (Figura 28).

Tabela 1. Divisão dos Grupos experimentais.

	<i>Raízes Pequenas</i>		<i>Raízes Grandes</i>		<i>Raízes Descartadas</i>
Grupo I Caninos superiores	T- 1	01, 94	T- 1	30, 35	43, 54, 70
	T- 2	16, 37	T- 2	45, 49	
	T- 3	15, 68	T- 3	29, 64	
	T- 4	02, 44	T- 4	60, 93	
Grupo II Caninos inferiores	T- 1	08, 24	T- 1	42, 66	09, 41, 75
	T- 2	23, 59	T- 2	07, 10	
	T- 3	67, 106	T- 3	20, 40	
	T- 4	12, 50	T- 4	11, 19	
Grupo III Incisivos centrais superiores	T- 1	101, 111	T- 1	63, 69	61, 98, 108
	T- 2	31, 46	T- 2	18, 39	
	T- 3	62, 110	T- 3	56, 99	
	T- 4	05, 102	T- 4	73, 109	
Grupo IV Incisivos laterais superiores	T- 1	26, 47	T- 1	33, 97	71, 103, 107
	T- 2	04, 25	T- 2	32, 48	
	T- 3	91, 95	T- 3	92, 96	
	T- 4	03, 36	T- 4	104, 105	
Grupo V Incisivos inferiores	T- 1	21, 53	T- 1	14, 72	22, 34, 51
	T- 2	17, 38	T- 2	58, 100	
	T- 3	13, 55	T- 3	06, 28	
	T- 4	57, 65	T- 4	27, 74	

LEGENDA:

- T-1: ultra-som com ponta de Zircônio
 T-2: ultra-som com ponta sem diamante
 T-3: sonicflex com ponta retro n.16
 T-4: ultra-som com ponta diamantada

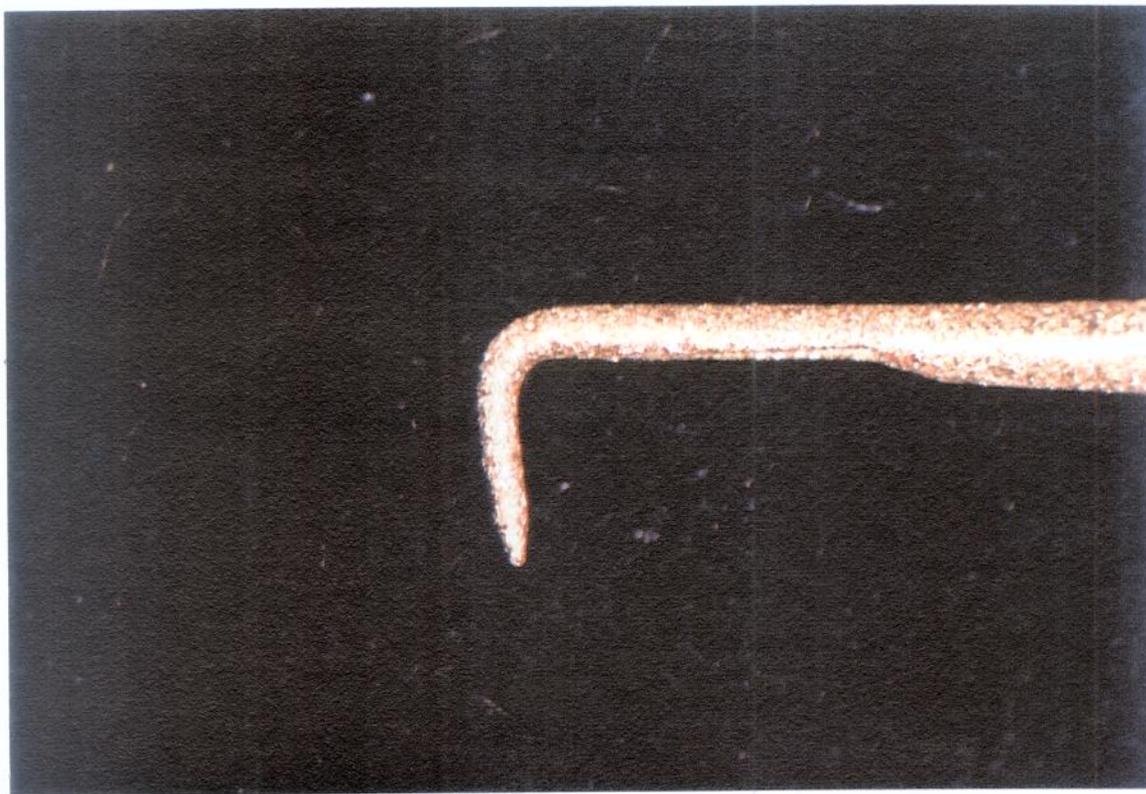


Figura 27. Ponta para microcirurgia K.I.S. número 1.

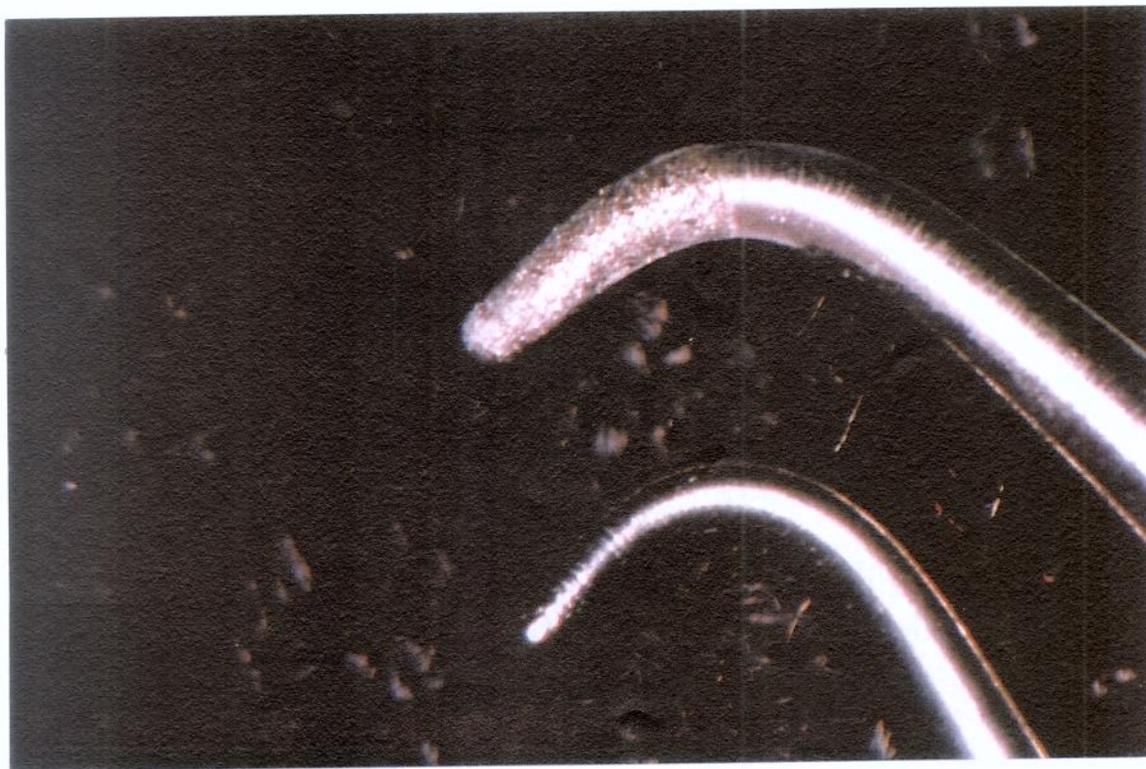


Figura 28. Pontas Satelec para ultra-som S12 D- diamantada (acima) e S12- sem diamante.

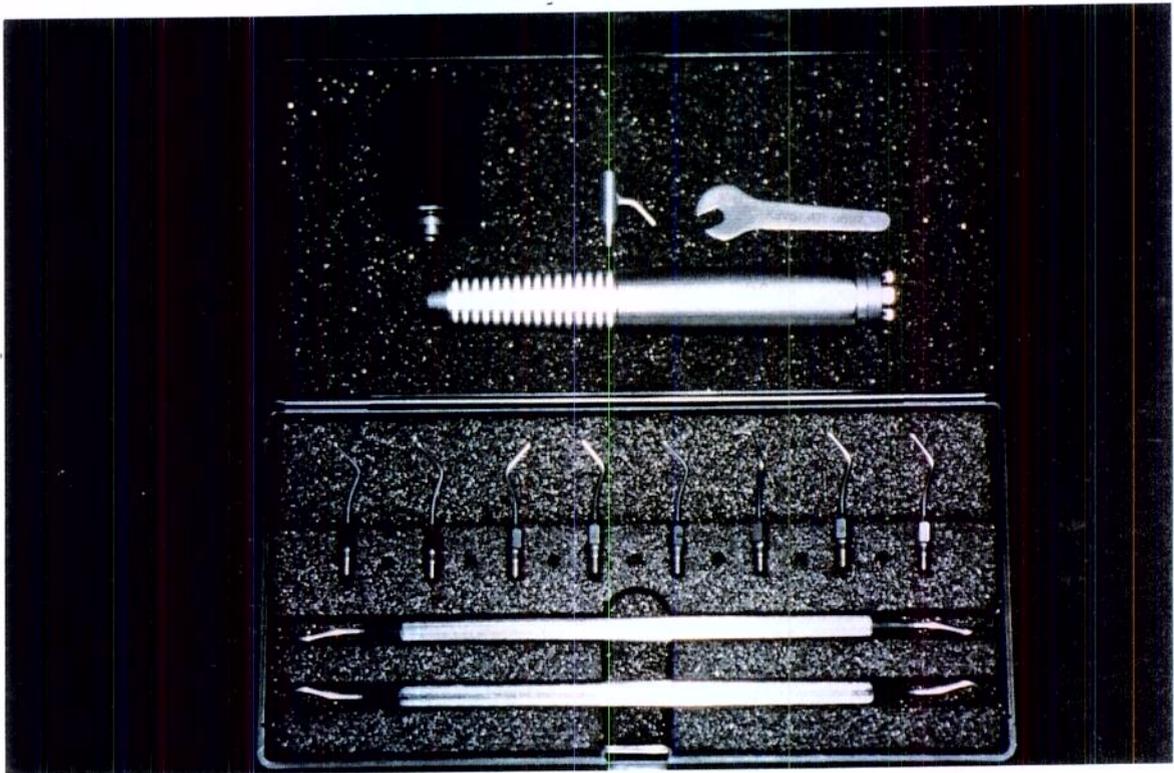


Figura 29. Aparelho sônico Sonicflex 2000 N com o sistema Sonicreto.



Figura 30. Ponta número 16 do sistema Sonicreto.

4.7. Preparo das cavidades retrógradas

Foi desenvolvida e utilizada uma base de sustentação composta por madeira, espuma e presilhas metálicas para apoiar as raízes no momento do preparo das cavidades retrógradas. Além de sustentar as amostras proporcionando uma grande firmeza, fundamental no preparo sônico e ultra-sônico, esta base padronizou a posição do preparo nos quatro tipos de tratamento. As amostras foram posicionadas entre duas placas de madeira, com uma inclinação de 45 °, e presas pelo acionamento controlado das presilhas posicionadas estrategicamente em três pontos dessas placas (Figura 31).

A última função desse suporte foi a manutenção da umidade das raízes, uma vez que a espuma que revestia sua parte interna (protegendo as amostras da pressão exercida pelas presilhas) permanecia sempre úmida (Figura 32).

Tendo em vista o melhor controle dos instrumentos e a melhor visão do campo operatório, todos os preparos das cavidades retrógradas foram feitos com o auxílio de um microscópio operatório M900. A magnificação proporcionada pelo microscópio permitiu um preparo mais preciso e conservador devido à melhor visualização da posição das pontas e dos limites de cada canal (RUBINSTEIN & KIM¹¹⁹, 1999).

Todas cavidades retrógradas foram preparadas pelo mesmo operador utilizando um movimento chamado “tipo passivo”, descrito por CARR³⁵ em 1997. Nesta técnica, também recomendada por CALZONETTI et al.²⁸ (1998), a penetração e remoção do instrumento é feita consecutivamente de forma rápida e branda, utilizando uma pressão moderada sem forçar demasiadamente as pontas em direção do canal. Nesta fase

prevalecerá o bom senso do operador, visto que o instrumento não pode sofrer uma pressão excessiva e ao mesmo tempo deverá ser aplicado de forma eficiente, atingindo a profundidade estabelecida. Em todos os tratamentos as pontas dos instrumentos já acionadas foram inseridas no canal paralelamente ao longo eixo da raiz (Figuras 32).

A profundidade das cavidades retrógradas foi determinada pelo comprimento da ponta do instrumento, aproximadamente 2,5 mm para os tratamentos 2 e 4 e 3 mm para os tratamentos 1 e 3.

O tamanho das cavidades foi determinado pelo tamanho das pontas e, obviamente, pelo diâmetro dos canais. Uma vez que os insertos atingiam a profundidade correta (cerca de 3 mm), foram feitos discretos movimentos circulares (LEAL;BAMPA⁸⁴, 1998) visando uma boa limpeza das paredes dentinárias e a forma adequada do preparo.

As pontas utilizadas em ambos aparelhos (sônicos e ultra-sônicos), foram acionadas com uma irrigação abundante para evitar o ressecamento dos dentes e o aquecimento excessivo das pontas. A constante irrigação também favorece a limpeza das cavidades, eliminando as raspas de dentina e parte do “smear-layer” formado (ENGEL & STEIMAN⁵⁰ em 1995, ARENS¹⁰ et al. em 1998).

Considerando que três dos quatro tipos de pontas utilizadas neste estudo possuíam coberturas de diamante ou de nitrito de zircônio, cada inserto preparou apenas quatro cavidades retrógradas evitando desde modo, que seu habitual desgaste prejudicasse o desempenho nos últimos preparos.

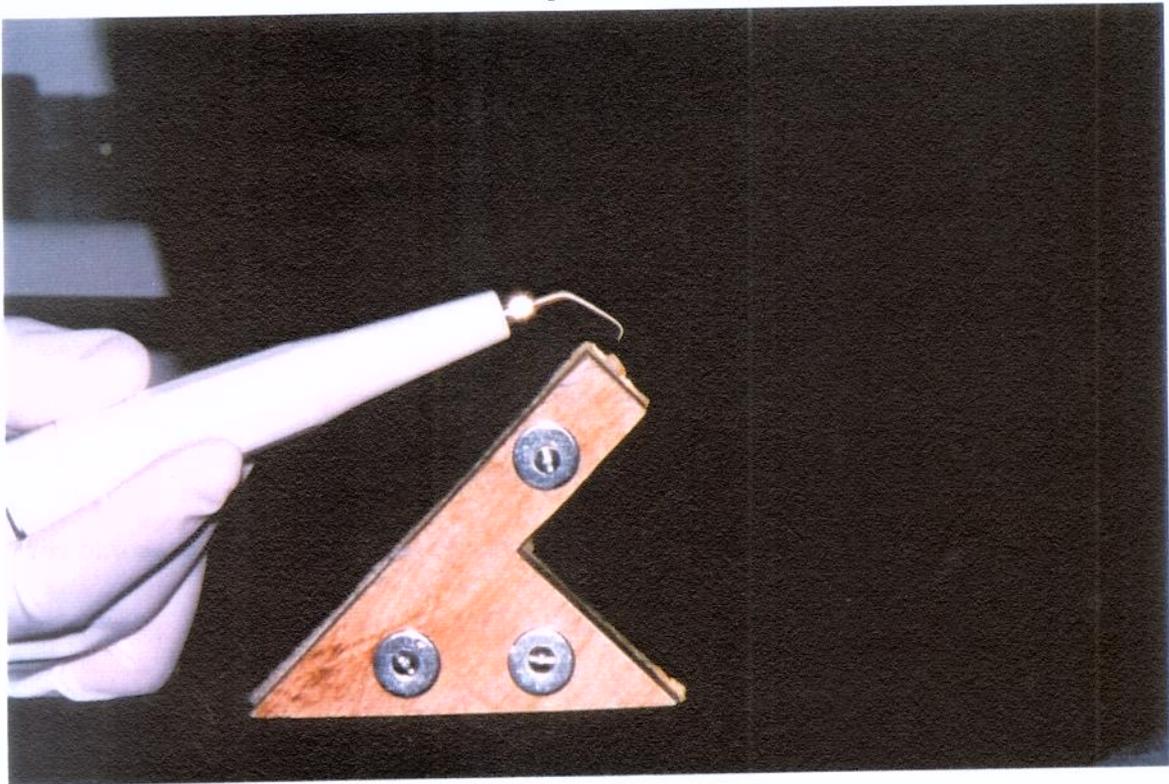


Figura 31. Raiz posicionada no suporte durante o preparo da cavidade retrógrada.



Figura 32. Raiz úmida sendo preparada no suporte vista com um microscópio clínico (13x).

Seguindo recomendações de alguns autores que aconselham o ajuste do ultra-som numa faixa de potência baixa/média (WAPLINGTON et al.^{151,150} em 1995 e 1997 e CALZONETTI et al.²⁸ em 1998), o aparelho ultra-sônico Multi-sonic (frequência de 29 kHz) utilizado nos tratamentos 1 (pontas com cobertura de zircônio), 2 (pontas sem diamante) e 4 (pontas diamantadas), foi regulado na chave S (“scaling”). O indicador do botão do potenciômetro foi mantido na faixa de ajuste intermediária.

O sistema sônico foi calibrado a 2.2 bar (pressão de alimentação) de acordo com as recomendações do fabricante (Kavo, Joinville, SC) e o anel de ar (ar de propulsão) foi deixado totalmente aberto (DEVALL et al.⁴⁷,1996). Nestas condições a frequência do sistema sônico Sonicflex 2.000 N é de 6 kHz.

Um estudo piloto determinou que todas as pontas utilizadas neste trabalho foram capazes de preparar cavidades homogêneas, suficientemente amplas e com uma profundidade adequada em menos de dois minutos. Visto que, este intervalo de tempo não deve ser ultrapassado pois aumentaria o risco de desenvolvimento de microfraturas (FRANK et al.⁵⁴ em 1996, LAYTON et al.⁸³ em 1996, WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ em 1997 e CALZONETTI et al.²⁸ em 1998), o tempo de utilização das pontas foi de 40 segundos para os tratamentos 1 e 4, 90 segundos para o tratamento 2 e 60 segundos para o tratamento 3.

Logo após o preparo das cavidades retrógradas as raízes foram novamente imersas no formol.

4.8. Preparo das réplicas pós-operatórias para análise no MEV

As raízes seccionadas com as cavidades retrógradas preparadas foram removidas do formol e submetidas aos mesmos procedimentos descritas na seção 4.3. deste capítulo.

4.8.1. Moldagem e confecção das réplicas

As raízes foram novamente posicionadas no interior da placa acrílica e, com exceção do tamanho dos cones utilizados para secagem das cavidades retrógradas, foram submetidas as mesmas disposições descritas nos itens 4.3.1. e 4.3.2. deste capítulo. Durante as moldagens das superfícies seccionadas sem o preparo retrógrado a região central dos canais foi seca com cones Tanari (Tanriman Ltda., Manaus, AM) número 20. Nesta fase, graças ao aumento da região do canal, o número dos cones utilizados foi o 60.

4.8.2. Montagem e obtenção das imagens no MEV

Dando seqüência ao preparo das réplicas, após o período de sete dias os modelos de resina epóxica foram submetidas as mesmas disposições descritas nos item 4.3.3. deste capítulo. As imagens das réplicas pós-operatórias foram gravadas nos mesmos aumentos (18, 40, 150 e algumas vezes 500 e 1000x), para permitir as comparações com as imagens pré-operatórias. As imagens gravadas no aumento de 150x representavam a

varredura feita com o MEV de regiões das margens das cavidades que apresentaram pequenas microfraturas e fissuras.

4.9. Avaliação das réplicas pós-operatórias com o programa de análise de imagens

Com o programa de análise de imagens Imagelab (utilizando as mesmas calibrações anteriores descritas na seção 4.4.), as imagens digitalizadas das réplicas pós-operatórias nos aumentos de 18, 40 e 150x tiveram suas estruturas calculadas.

4.9.1. Cálculo de áreas

O cálculo de áreas foi feito exatamente da mesma maneira (imagens no aumento de 18x) descrita no item 4.4.1. deste capítulo. No entanto, somente duas áreas foram calculadas, pois os valores da área total (A. total) já haviam sido obtidos na primeira análise. Assim, as duas áreas determinadas nesta etapa foram :

- a) A. canal- área do canal (Figura 33).

- b) Á. mineral- área mineral (A. total – A. do canal).

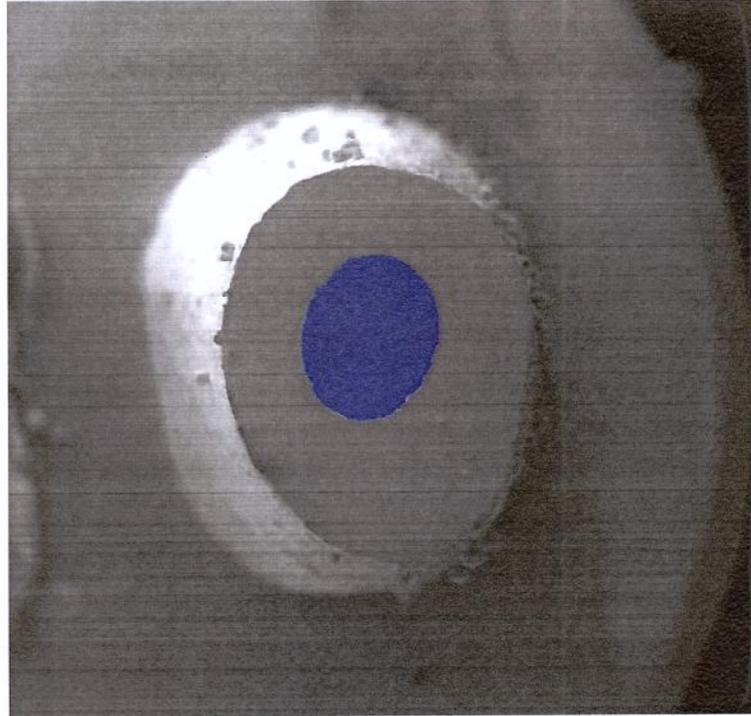


Figura 33. Réplica da superfície apical com a cavidade retrógrada preparada demarcada pelo programa Imagelab.

4.9.2. Cálculo de distâncias

As distâncias entre as estruturas foram calculadas exatamente da mesma maneira (imagens no aumento de 18x) descrita no item 4.4.2. deste capítulo (Figuras 34 e 35). As distâncias A (distância da margem esquerda à margem direita da superfície apical) e B (distância da margem superior à margem inferior da superfície apical) não foram calculadas novamente, pois não poderiam ser alteradas no pós-operatório.

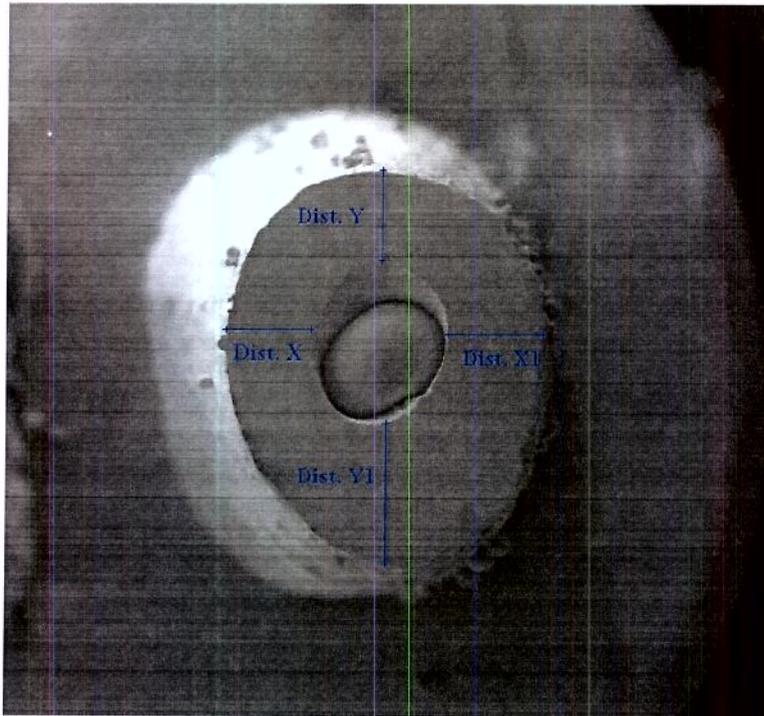


Figura 34. Réplica da superfície apical pós-operatória (trat.2) com as distâncias X, X1, Y e Y1 demarcadas.

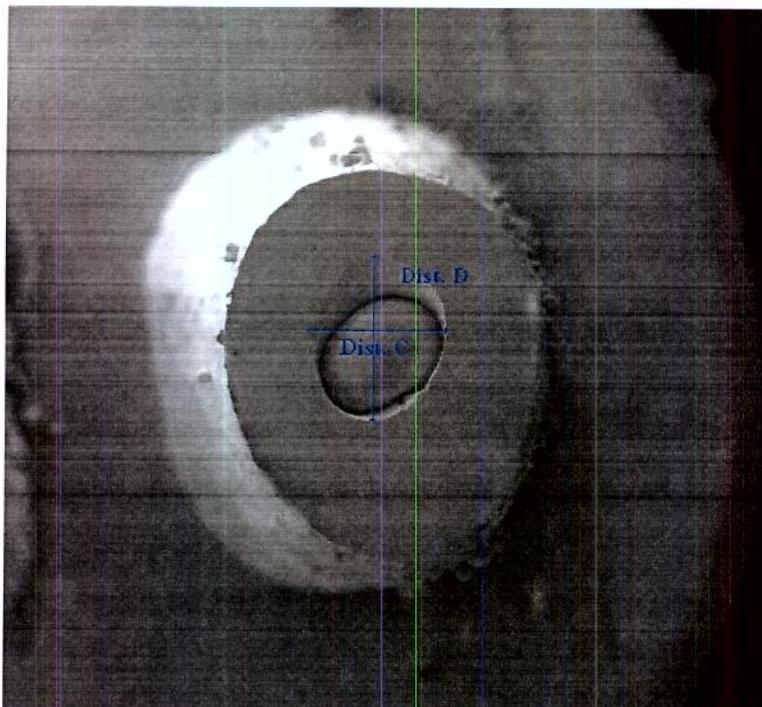


Figura 35. Réplica da superfície apical pós-operatória com as distâncias C (horizontal) e D (vertical) demarcadas.

4.9.3. Identificação de ranhuras ou “marginal chipping”

Com as imagens digitalizadas das réplicas pós-operatórias no aumento de 40x identificamos e calculamos as áreas das superfícies irregulares ou arranhadas (“marginal chipping”) resultantes da utilização das pontas e brocas nas margens das cavidades retrógradas (Figura 36). Neste aumento não foi possível identificar ou calcular com clareza as microfraturas (Figura 37).

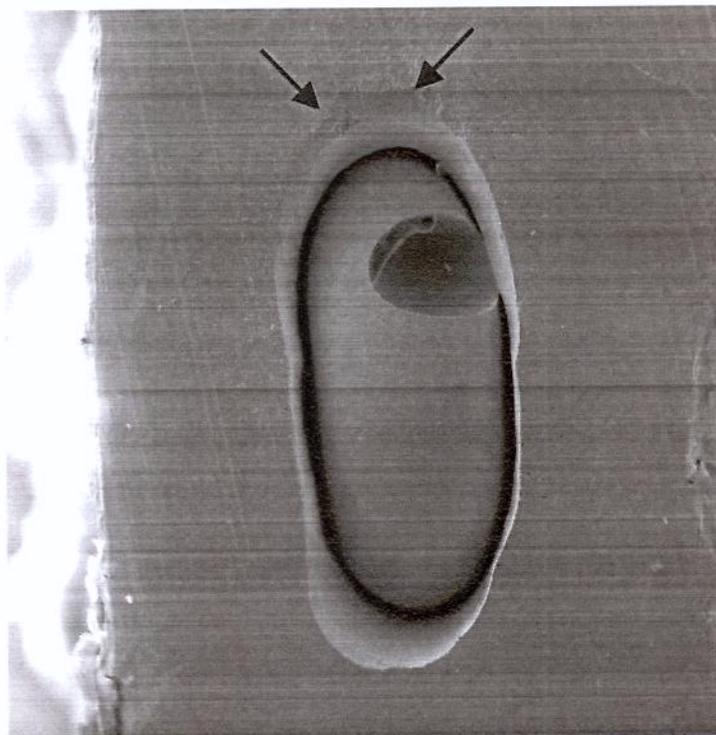


Figura 36. Setas: superfície irregular na margem superior da cavidade de um incisivo inferior (aumento de 40x).

4.9.4. Identificação de microfraturas

Com as imagens digitalizadas das réplicas pós-operatórias no aumento de 150x, identificamos e calculamos as áreas das superfícies que apresentaram microfraturas nas margens das cavidades retrógradas (Figuras 38 e 39). As áreas calculadas neste aumento foram representadas em micrometros quadrados.

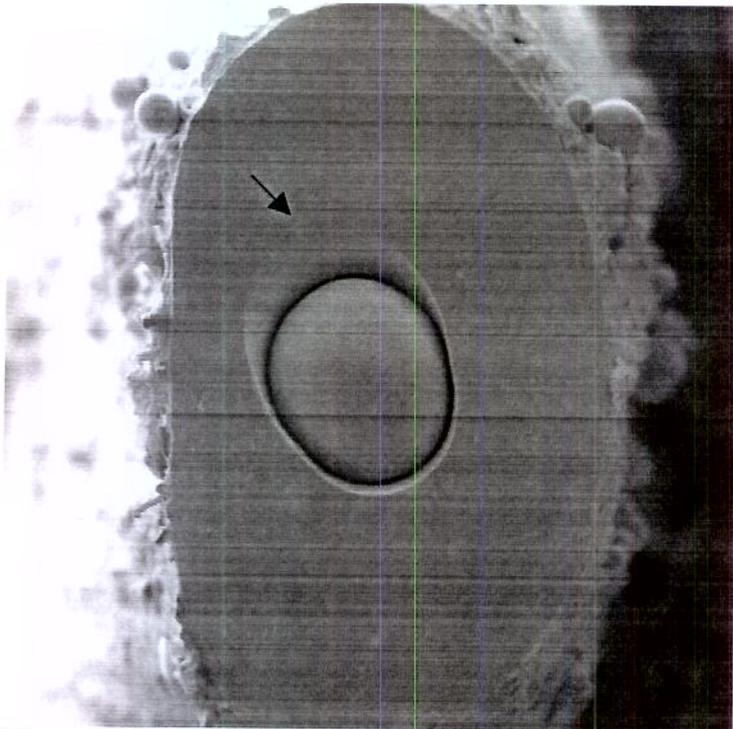


Figura 37. Dificuldade de observação das microfraturas na margem da cavidade retrógrada com aumento de 40x.

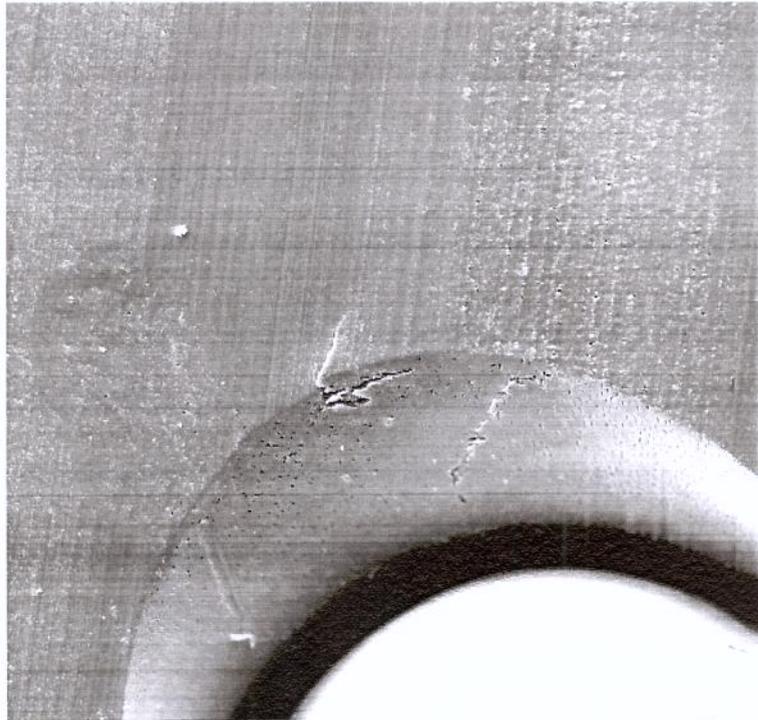


Figura 38. Margem superior da mesma cavidade retrógrada da figura 37 no aumento de 150x (incisivo lateral superior).



Figura 39. A mesma cavidade da figura 38 (150x) com a microfratura demarcada para cálculo no Imagelab.

4.10. Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente ao acaso com duas repetições em esquema fatorial onde foram estudados níveis de tratamentos, grupos dentais e tamanho das raízes, com 4, 5 e 2 níveis respectivamente.

Nas variáveis porcentagem de aumento da área do canal, porcentagem de perda de estrutura mineral e aparecimento microfraturas usou-se a transformação raiz quadrada de x . Para a variável ranhuras ou “marginal chipping” usou-se a transformação $\log_{10}(x+1)$.

As análises de correlações foram feitas de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson entre algumas variáveis que supostamente poderiam interagir, tal como o tamanho da área mineral e a incidência de microfraturas.

5. RESULTADOS

5.1. Avaliação das réplicas pré-operatórias com o programa de análise de imagens

Os resultados dos cálculos das imagens digitalizadas das réplicas pré-operatórias estão descritos no capítulo nove (Anexos), itens 9.1.1. e 9.1.2. (Tabelas 18 a 27).

5.1.1. Identificação de microfraturas

A metodologia empregada até o preparo das cavidades retrógradas, nos aumentos de 40 e 150x, resultou em regiões regulares e sem microfraturas em todas as réplicas (Figuras 40 e 41). Somente a réplica de uma amostra apresentou uma pequena microfratura bem visível no aumento de 40x. Esta raiz que originou a réplica microfraturada foi substituída, visto que, este espécime poderia comprometer os resultados pós-operatórios. As Figuras 42 e 43 mostram a importância desta metodologia através da diferença expressiva entre a integridade das raízes e das réplicas submetidas as condições impróprias da microscopia eletrônica de varredura.

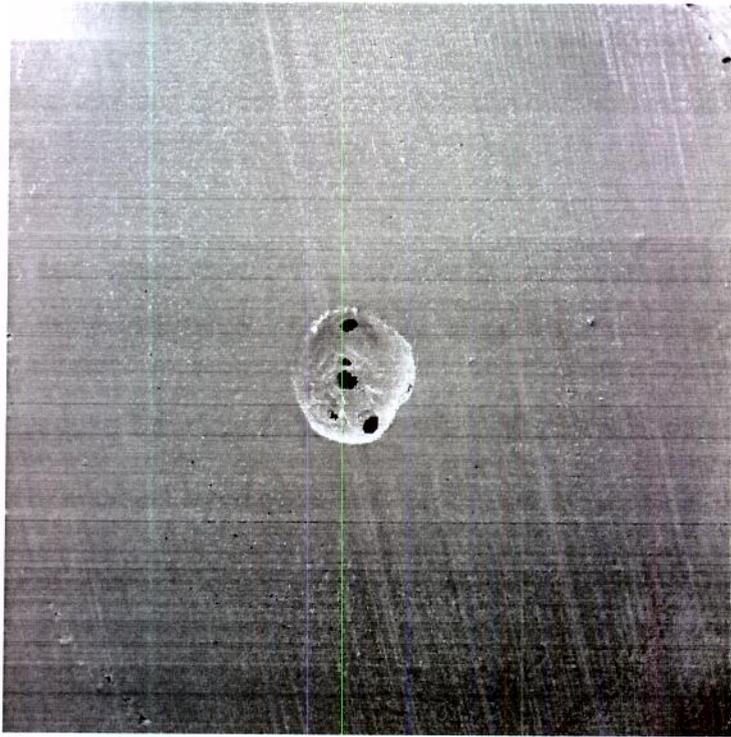


Figura 40. Superfície apical no aumento de 40x sem microfraturas ou irregularidades (incisivo central superior).

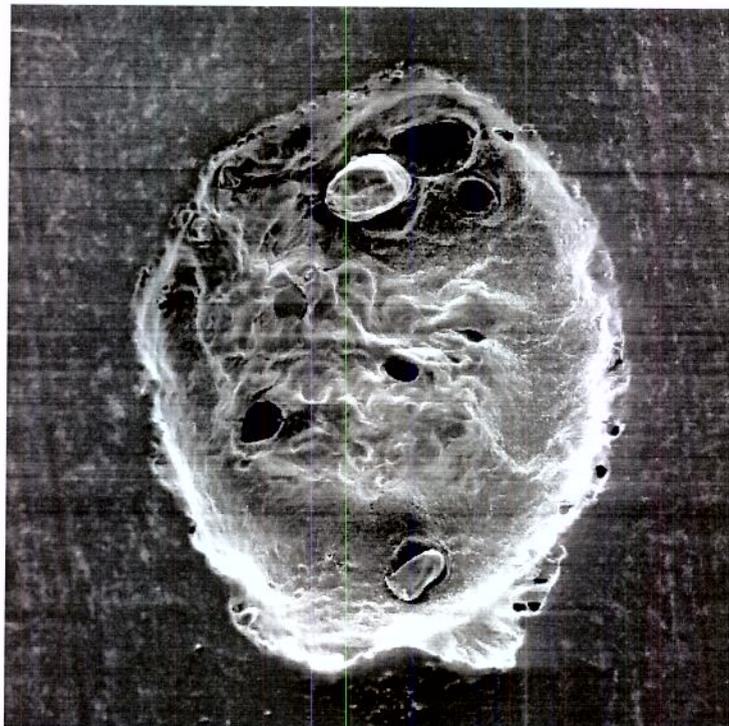


Figura 41. Região do canal no aumento de 150x sem microfraturas ou irregularidades (canino superior).



Figura 42. Réplica da superfície apical seccionada de um incisivo lateral superior (aumento de 18x).

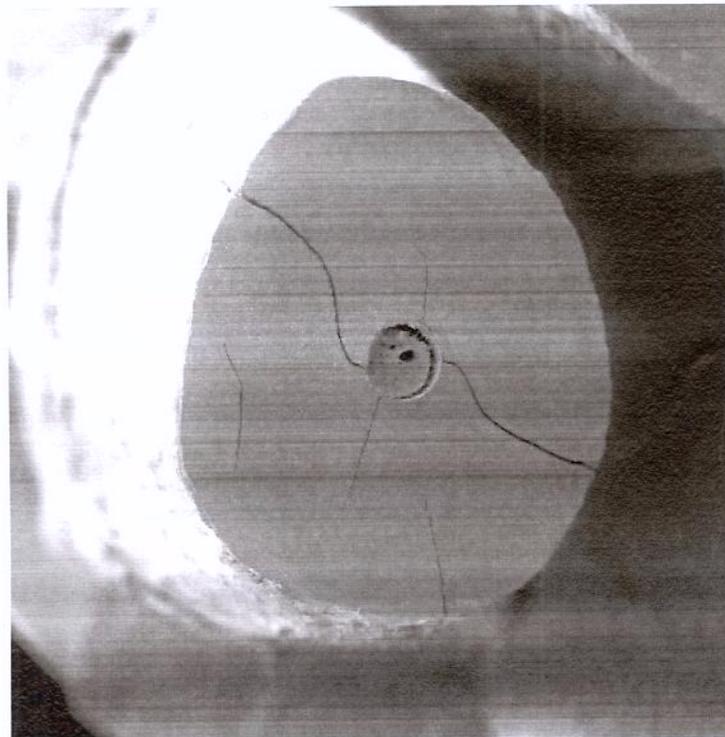
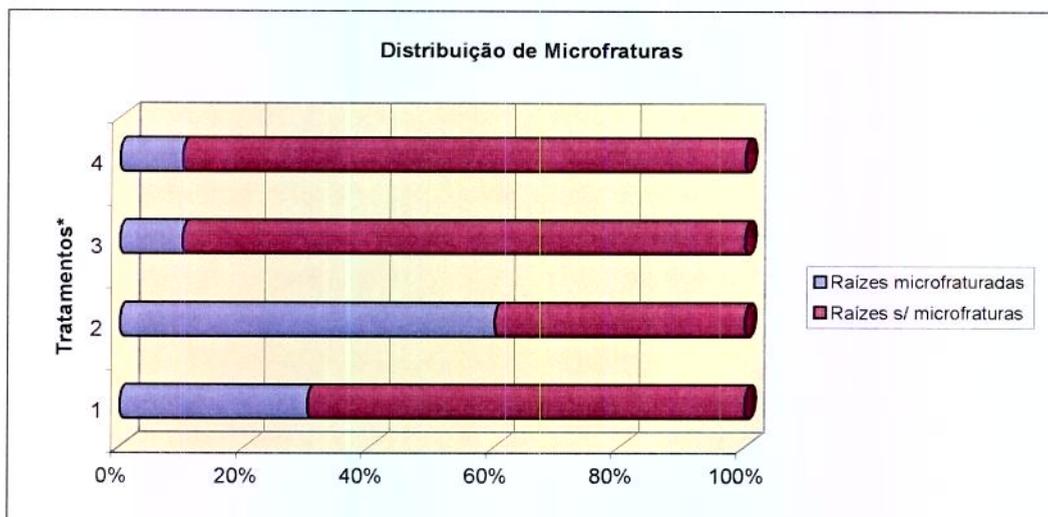


Figura 43. Raiz que originou a réplica da fig.42, após o preparo e análise no MEV (aumento de 18x).

5.2. Padrão dos preparos

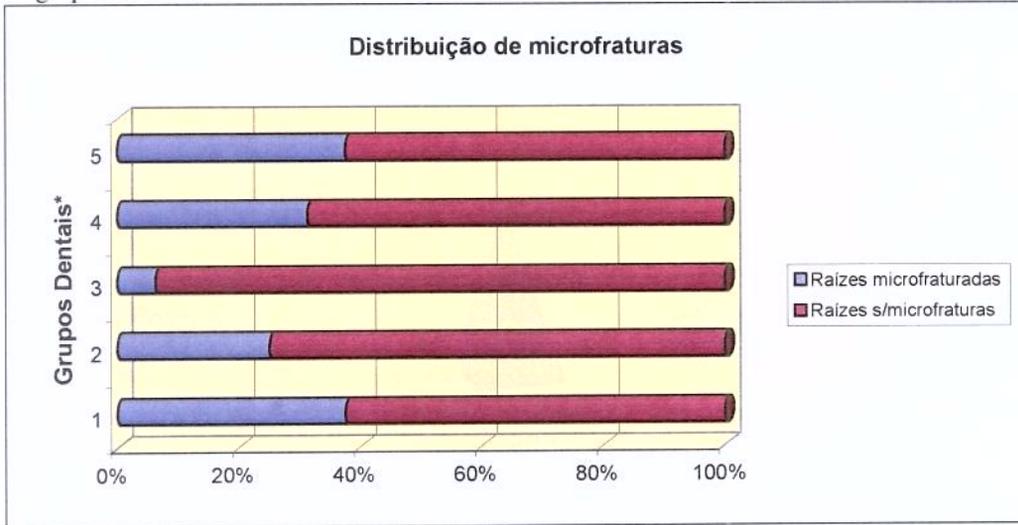
Foi identificado um certo padrão dos preparos em relação aos diferentes tipos de tratamentos. De maneira geral todos proporcionaram superfícies regulares com algumas raízes apresentando microfraturas em algumas regiões das margens das cavidades (Gráficos 3 e 4). Nenhuma microfratura completa ou que se aproximasse da junção cimento-dentina foi identificada. Mais da metade dos preparos retrógrados (57 das 80 raízes) apresentaram diferentes níveis de “marginal chipping”. Entretanto, com exceção de poucas raízes, essas ranhuras eram discretas e localizavam-se nas margens dos canais. As cavidades retrógradas em todos os grupos possuíam paredes paralelas, limpas, centralizadas e homogêneas com relação as distâncias X, X1, Y e Y1.

Gráfico 3. Distribuição das raízes que desenvolveram microfraturas de acordo com os tipos de tratamento.



*1-ultra-som com ponta de Zircônio, 2-ultra-som com ponta sem diamante, 3-sonicflex com ponta retro n. 16, 4-ultra-som com ponta diamantada.

Gráfico 4. Distribuição das raízes que desenvolveram microfraturas de acordo com os grupos dentais.



* 1-caninos superiores, 2-caninos inferiores, 3-incisivos centrais superiores, 4-incisivos laterais superiores, 5-incisivos inferiores.

As superfícies preparadas que apresentaram microfraturas tiveram uma distribuição homogênea em relação ao tamanho das raízes (Gráfico 5). É importante destacar que essas superfícies microfraturadas foram analisadas com uma aumento relativamente grande, caso tivessem sido analisadas em aumentos menores, essa quantidade de microfraturas teria sido bem inferior (Gráfico 6).

Gráfico 5. Quantidade de raízes microfraturadas em relação ao tamanho das raízes.

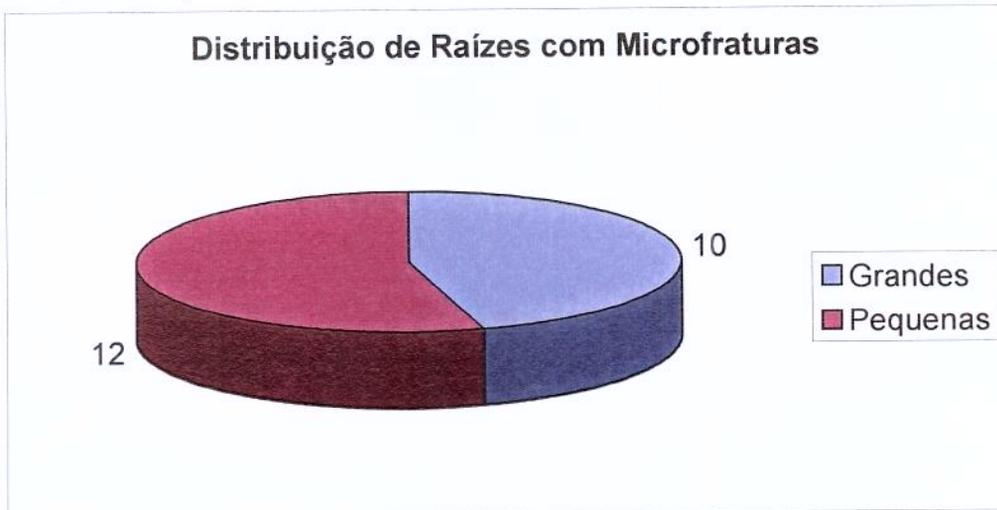
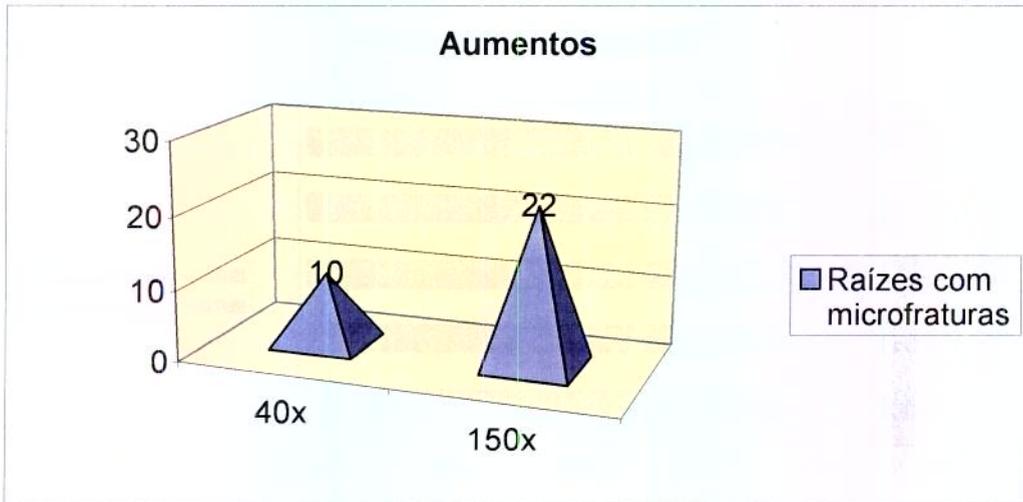


Gráfico 6. Diferença do número de raízes que apresentaram microfraturas nos aumentos 40 e 150x.



O Gráfico 7 mostra no detalhe a proporção das raízes em que pelo menos uma, entre todas as distâncias X, X1, Y, Y1 pré-operatórias (< distância pré), possuíam o tamanho menor que 1 mm.

Gráfico 7. Distribuição das raízes que possuem as menores distâncias X, X1, Y, Y1 (pré) maiores ou menores que 1mm.

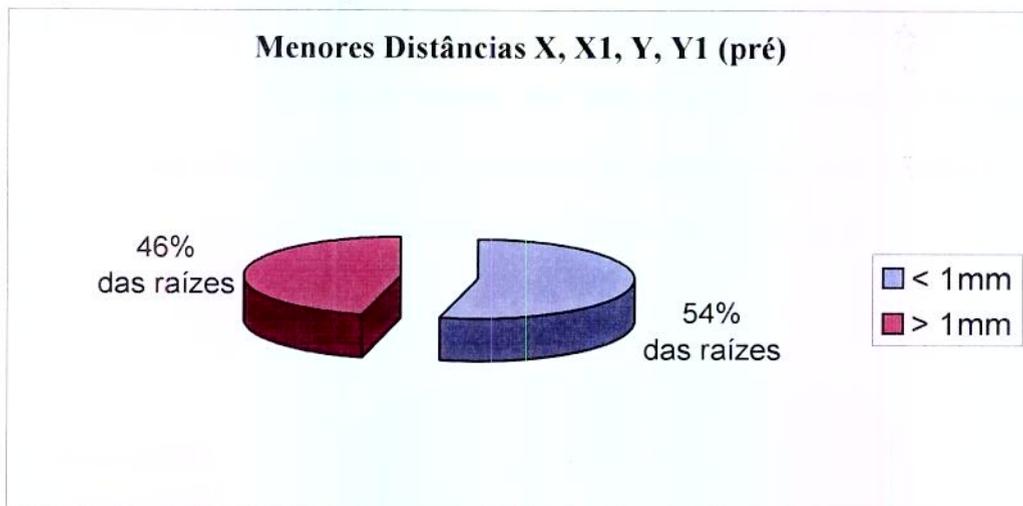
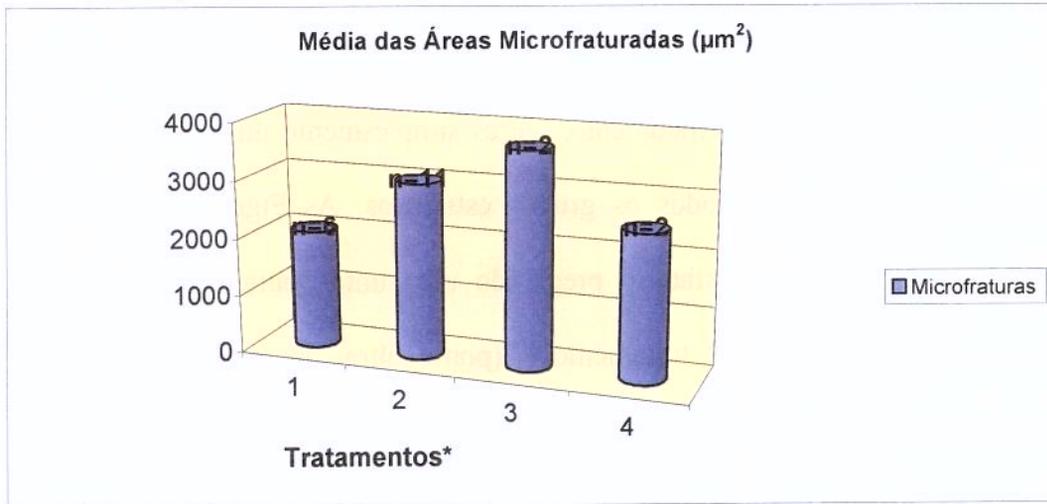


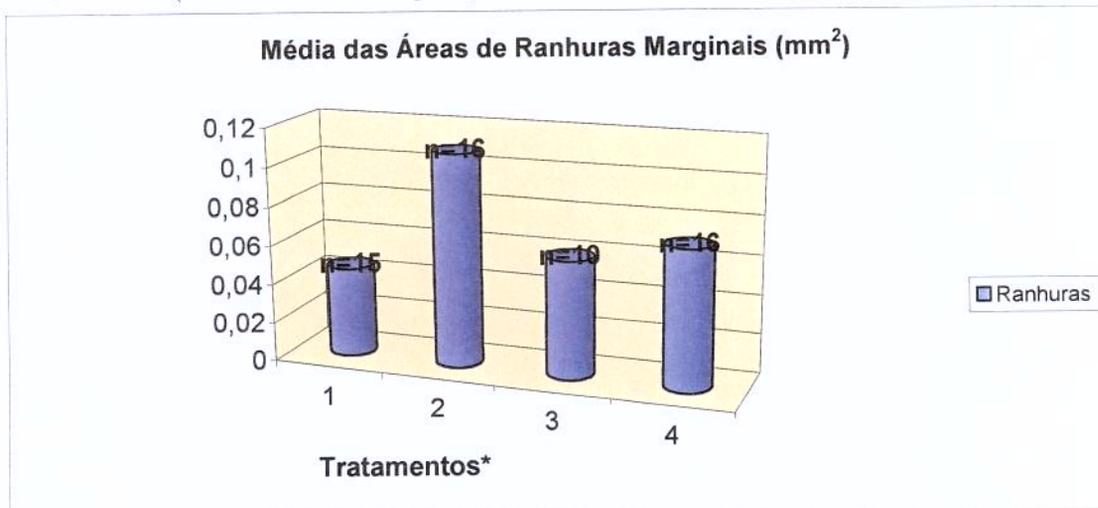
Gráfico 8. Médias das áreas calculadas das microfraturas de acordo com os tipos de tratamento (n= número de raízes que apresentaram superfícies microfraturadas).



*1-ultra-som com ponta de Zircônio, 2-ultra-som com ponta sem diamante, 3-sonicflex com ponta retro n.16, 4-ultra-som com ponta diamantada.

Os valores das médias das superfícies calculadas que apresentaram microfraturas ou ranhuras estão expressas nos gráficos 8 e 9, respectivamente. As superfícies preparadas que apresentaram ranhuras tiveram uma distribuição mais homogênea quando comparadas com as superfícies que apresentaram microfraturas.

Gráfico 9. Médias das áreas calculadas de ranhuras marginais de acordo com os tipos de tratamento (n= número de raízes que apresentaram superfícies com ranhuras).



*1-ultra-som com ponta de Zircônio, 2-ultra-som com ponta sem diamante, 3-sonicflex com ponta retro n.16, 4-ultra-som com ponta diamantada.

5.2.1. Imagens

Algumas figuras apresentadas a seguir representam características peculiares de um determinado tipo de tratamento, outras simplesmente ilustram ocorrências comuns em praticamente todos os grupos estudados. As Figuras 44, 45 e 46 apresentam um caso insatisfatório preparado com uma ponta ultra-sônica sem diamante (tratamento 2). O tratamento 4 (ponta ultra-sônica diamantada) está representado através das Figuras 47 a 50. As réplicas apresentadas nas Figuras 51, 52, 53 e 54 ilustram casos tratados com o sistema sônico sonicflex (tratamento 3). Da Figura 55 até a 58, são apresentados casos tratados com as pontas KIS (tratamento 1).

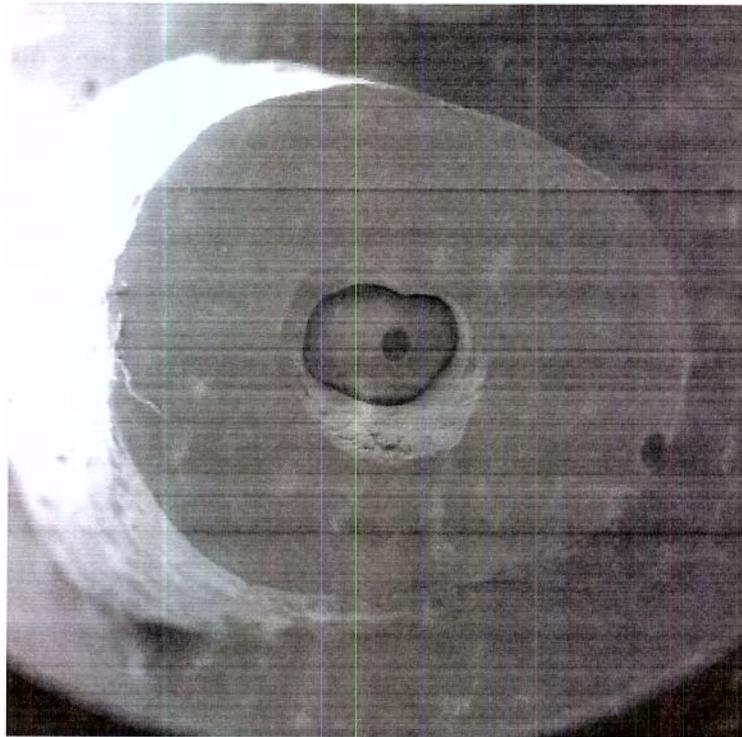


Figura 44. Réplica da superfície apical seccionada preparada por uma ponta ultra-sônica s/ diamante (18x).

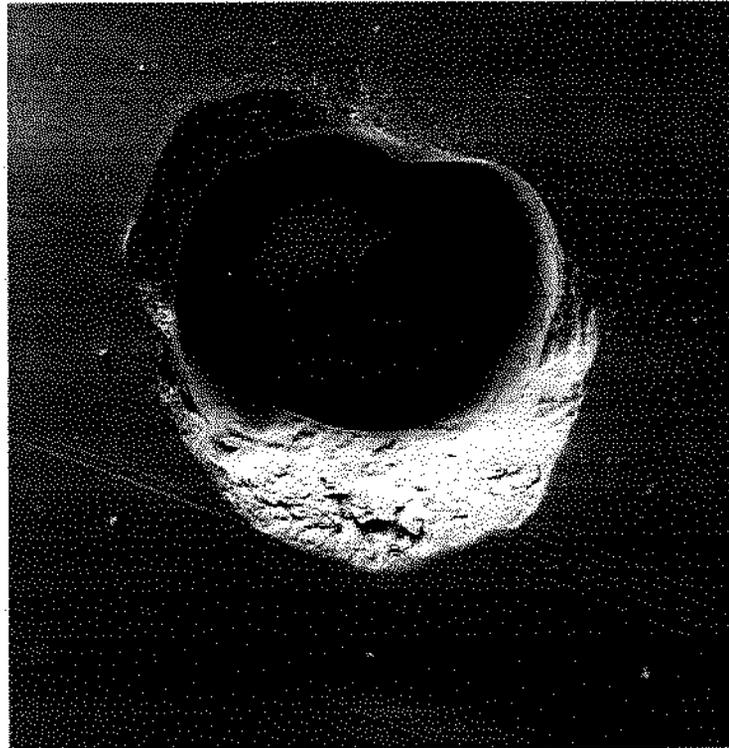


Figura 45. Mesma réplica da fig. 44 (40X). Presença de uma margem de ranhuras por toda cavidade (0,3 mm² de área).

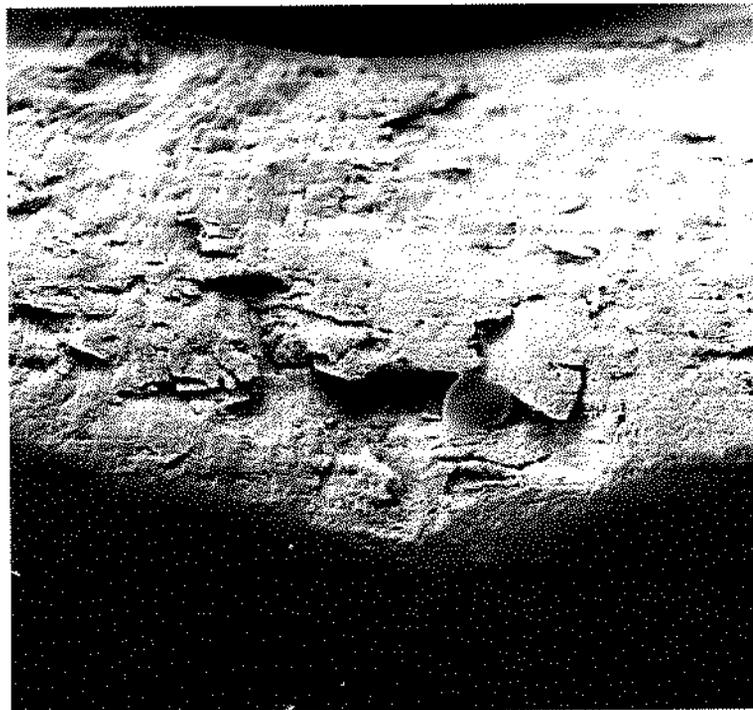


Figura 46. Mesma réplica da fig. 45 (150X). Presença de superfície irregular e microfraturas.

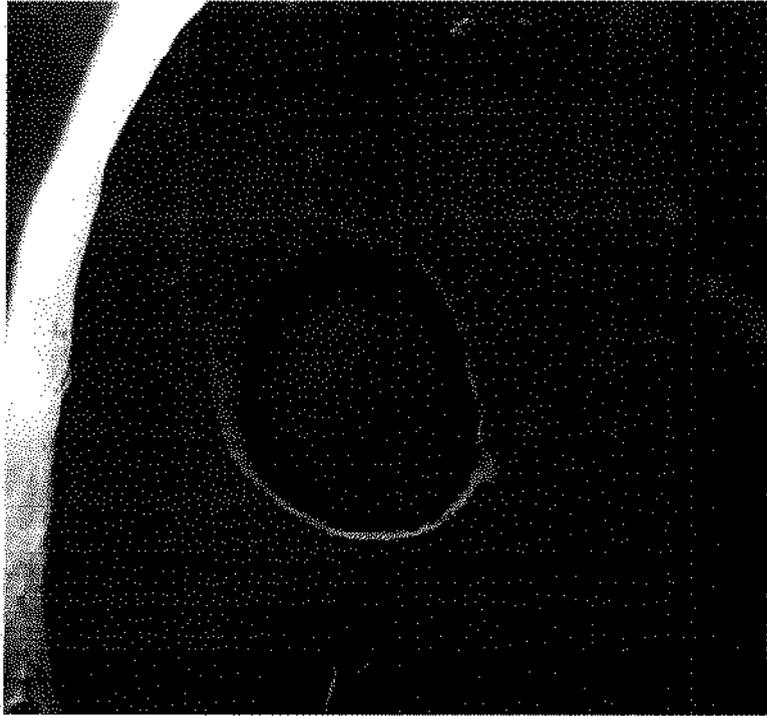


Figura 47. Réplica de cavidade de um incisivo inferior (trat.4). Cavidade homogênea mesmo sendo um dente pequeno (40x).

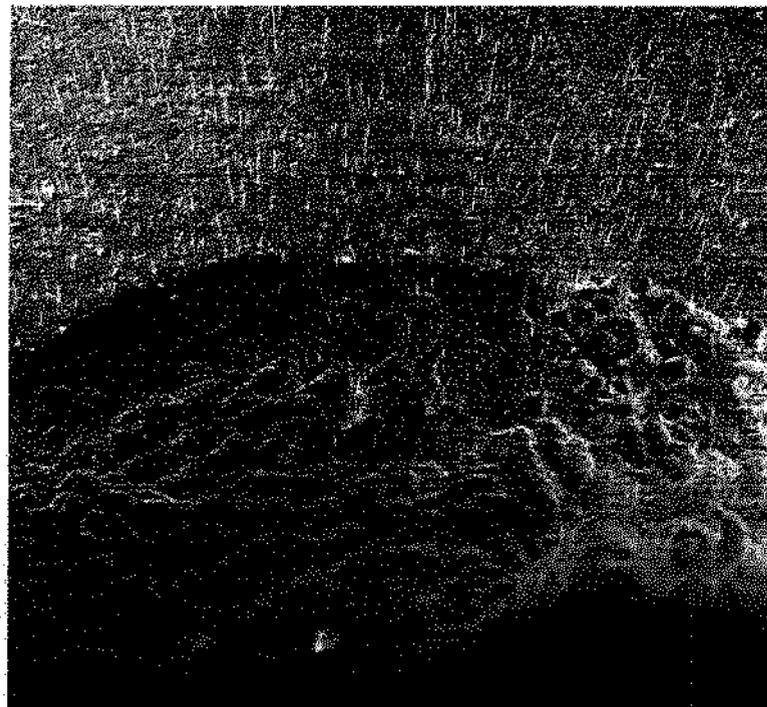


Figura 48. Mesma réplica da fig. 47 (150X). Apesar do desgaste excessivo da margem superior, não há microfaturas.

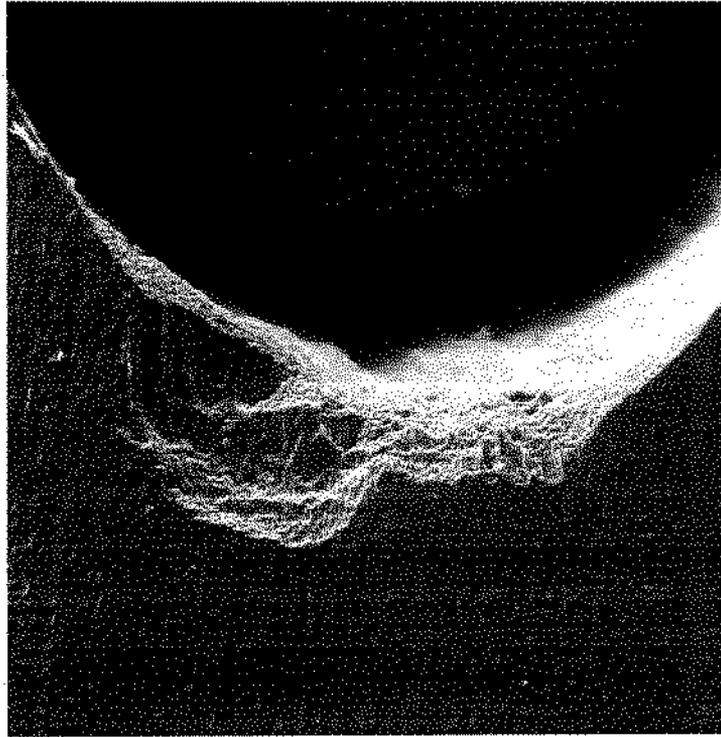


Figura 49. Degraus formados pelo preparo com uma ponta ultra-sônica diamantada (150x). Incisivo lateral superior.

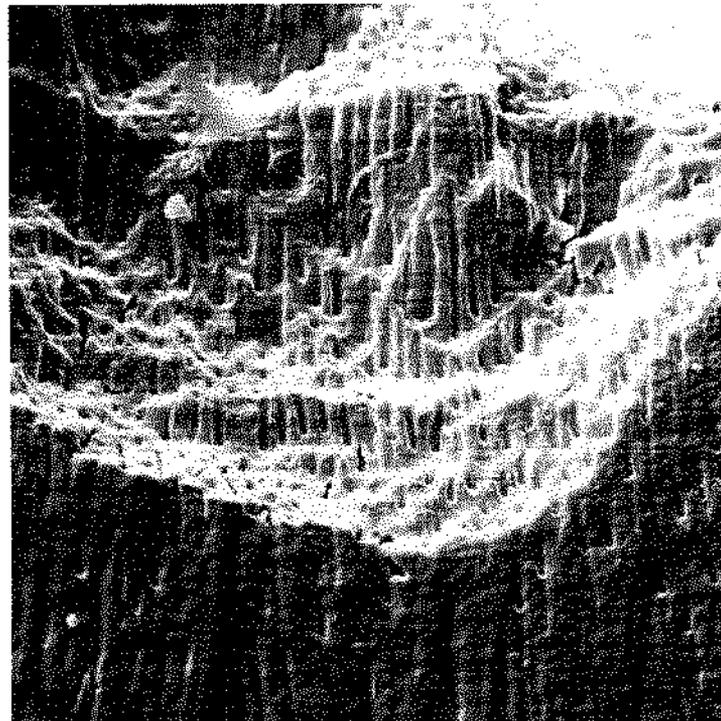


Figura 50. Mesma réplica da fig. 49 (500X). Note a precisão da técnica pelas estrias dos túbulos dentinários.

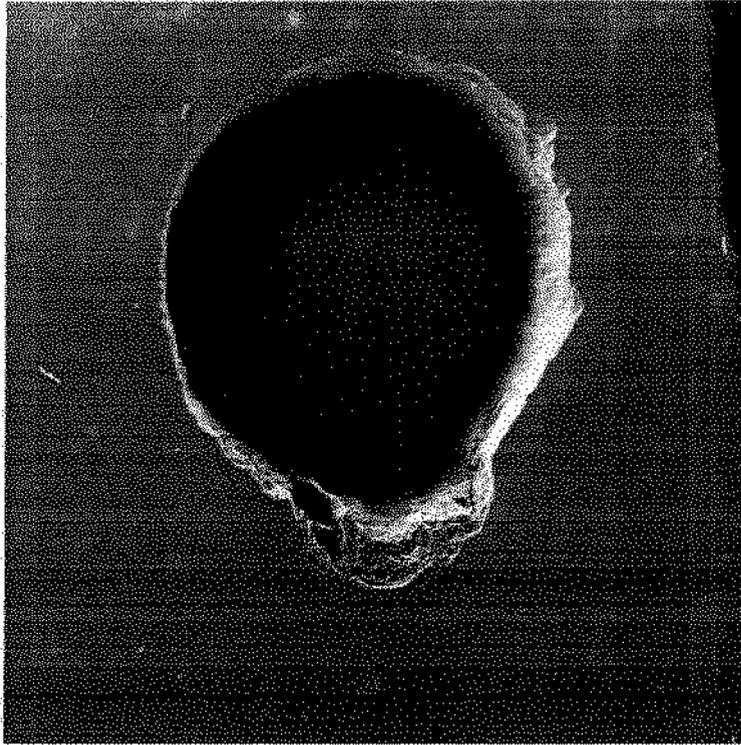


Figura 51. Réplica de cavidade de um canino inferior preparado com sonicflex. Note a superfície irregular (40x).

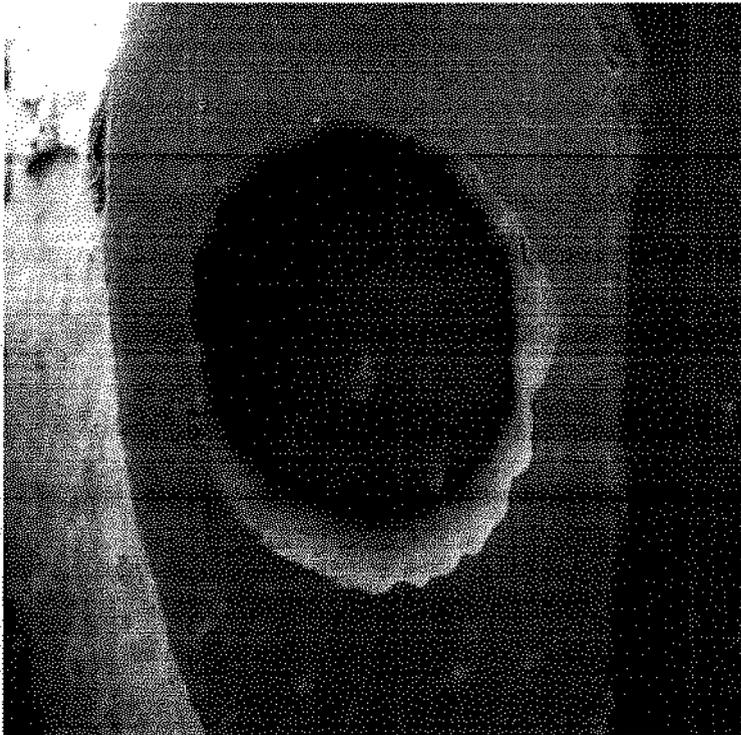


Figura 52. Réplica de cavidade de um incisivo inferior (trat. 3). Apesar da dist. X1 (0,21mm), não há microfraturas (40x).

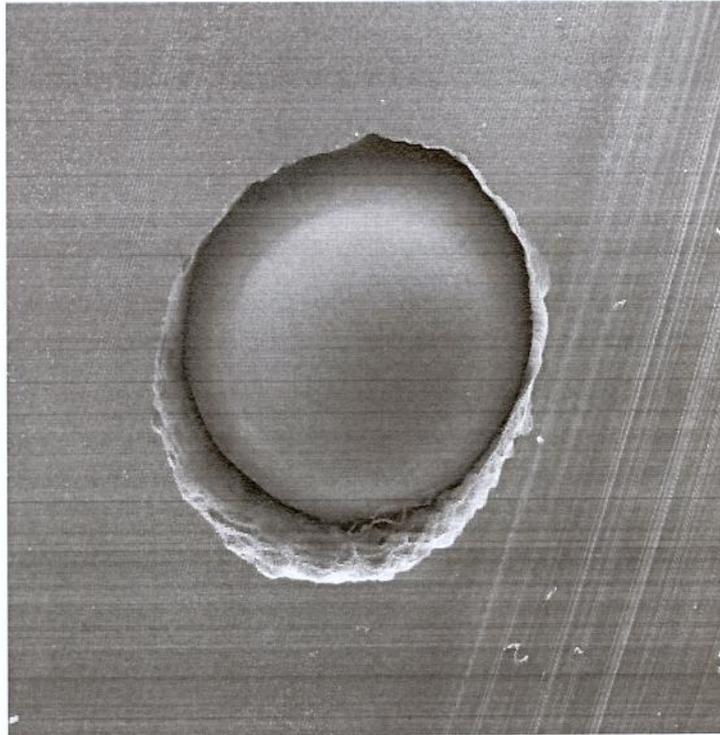


Figura 53. Réplica de cavidade preparada com sonicflex (40x). Note o padrão “escavado” de preparo desse sistema.

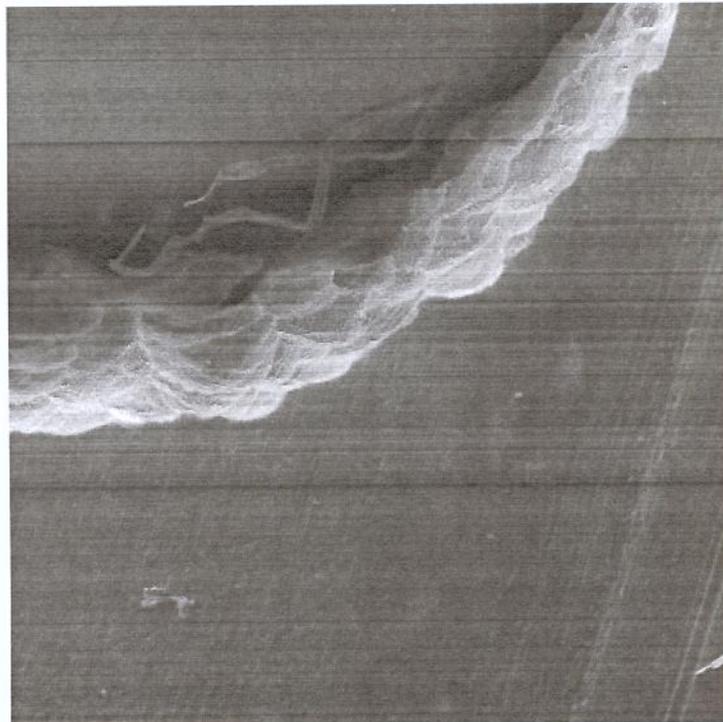


Figura 54. Mesma réplica da fig.53 (150x). Detalhe do padrão de preparo do sonicflex (escavado).

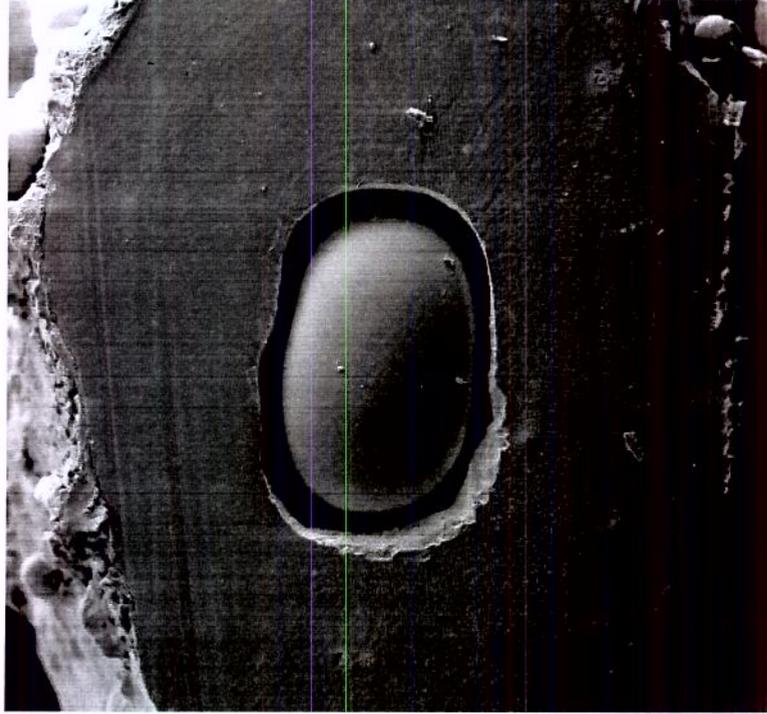


Figura 55. Réplica da raiz de um canino superior preparado com a ponta KIS, tratamento 1 (40X).

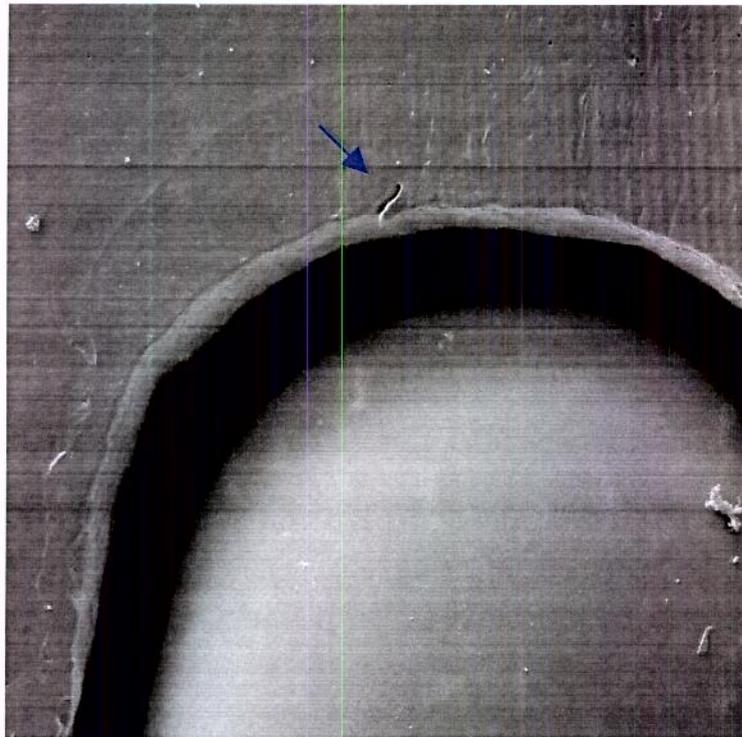


Figura 56. Mesma réplica da fig. 55 com aumento de 150x. Presença de uma microfratura na margem superior (seta).

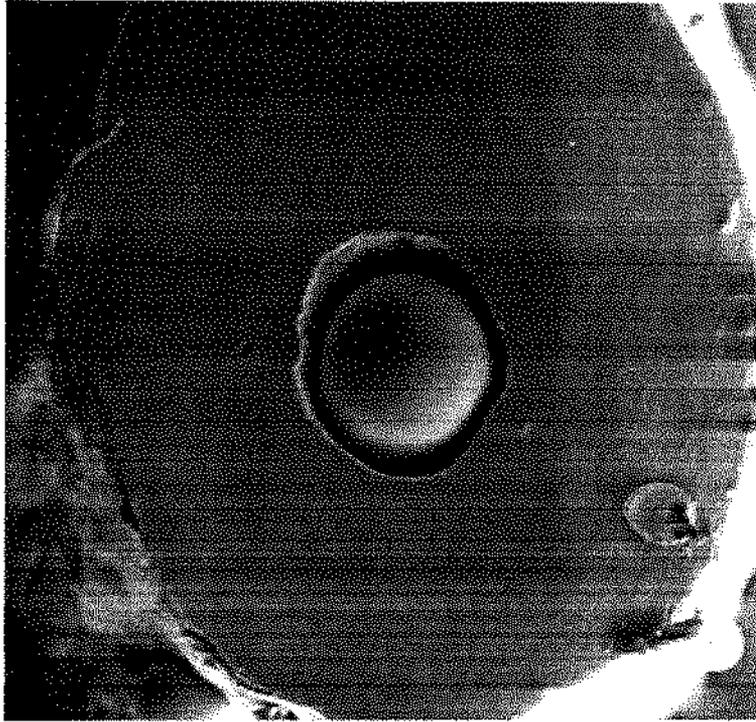


Figura 57. Réplica da raiz preparada de um lateral superior (40X) Preparos com as pontas KIS (trat.1) são menores.

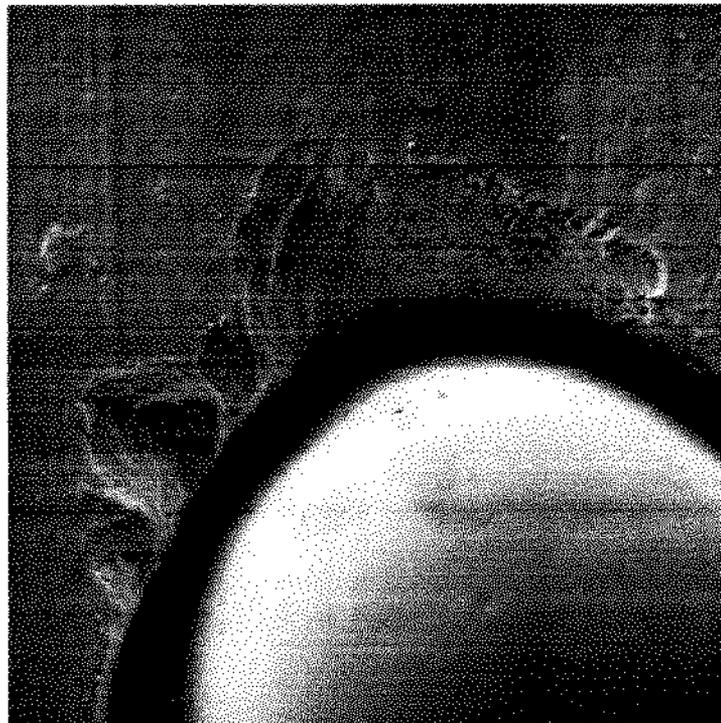


Figura 58. Réplica do preparo de um incisivo inferior com ranhuras (150x). Cavidade preparada com pontas KIS (trat.1)

5.3. Avaliação das réplicas pós-operatórias com o programa de análise de imagens

Com o programa de análise de imagem foram feitos os cálculos das seguintes superfícies: área mineral (A. mineral), área do canal (A.canal), distâncias X, X1, Y, Y1, área das ranhuras (“marginal chipping”) representadas em milímetros quadrados e a área das superfícies microfraturadas (150x) representadas em micrometros quadrados. Com todos estes dados foi formada uma planilha pós-operatória na qual os elementos conexos aos objetivos deste estudo foram reorganizados e submetidos à análise estatística.

5.3.1. Identificação de ranhuras ou “marginal chipping”

Os resultados da análise de variância (Tabela 2) revelaram que não houve efeito significativo ($P>0,05$) para todos os fatores estudados.

Tabela 2. Quadro da Análise de Variância para variável ranhuras marginais ou “marginal chipping”

Causas da Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Valor de F	Prob. > F
Grupo Dental	4	0,00486	0,00121	2,13	0,1125
Tratamentos	3	0,00377	0,00125	2,21	0,1170
Raízes (Tamanho das Raízes)	1	0,00015	0,00015	0,28	0,6044
Grupo*Trat.	11	0,00486	0,00044	0,78	0,6602
Grupo*Raízes	4	0,00182	0,00045	0,80	0,5384
Trat.*Raízes	3	0,00060	0,00020	0,35	0,7861
Grupo*Trat.*Raízes	9	0,00220	0,00024	0,43	0,9039
Resíduo	21	0,00119	0,00056		
Total	56	0,03323			

C.V. = 79,14%

Média Geral = 0,03016

As médias e desvios padrão das variáveis não transformadas e variáveis transformadas para $\log_{10}(x+1)$ para os fatores grupos, tratamentos e tamanho das raízes estão expressas nas tabelas a seguir (Tabelas 3, 4 e 5).

Tabela 3. Médias e desvios padrão das áreas de ranhuras marginais para o fator Grupo Dental.

Grupos	N	Área de Ranhuras "Chipping"(mm ²)	----LOGChipping----
I	13	0,072 ± 0,056	0,029 ± 0,022 a
II	11	0,057 ± 0,042	0,024 ± 0,017 a
III	9	0,138 ± 0,106	0,054 ± 0,039 a
IV	13	0,060 ± 0,041	0,025 ± 0,016 a
V	11	0,052 ± 0,032	0,022 ± 0,013 a

Valores das médias ± Desvios Padrão. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias e desvios padrão das áreas de ranhuras marginais para o fator Tratamento.

Tratamentos	n	Áreas de Ranhuras "Chipping"(mm ²)	----LOGChipping----
1 (KIS)	15	0,046 ± 0,031	0,019 ± 0,012 a
2 (S12)	16	0,109 ± 0,093	0,043 ± 0,035 a
3 (Sonic)	10	0,060 ± 0,038	0,025 ± 0,015 a
4 (S12D)	16	0,071 ± 0,047	0,029 ± 0,018 a

Valores das médias ± Desvios Padrão. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Médias e desvios padrão das áreas de ranhuras marginais para o fator Tamanho.

Tamanho das Raízes	n	Áreas de Ranhuras "Chipping"(mm ²)	----LOGChipping----
Pequenas	29	0,069 ± 0,067	0,028 ± 0,026 a
Grandes	28	0,077 ± 0,059	0,031 ± 0,022 a

Valores das médias ± Desvios Padrão. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

5.3.2. Identificação de microfraturas

Os resultados da análise de variância (Tabela 6) revelaram que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para todos os fatores estudados.

Tabela 6. Quadro da Análise de Variância para variável microfratura.

Causas da Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Valor de F	Prob. > F
Grupo Dental	3	514,422	171,474	0,19	0,898
Tratamentos	3	786,386	262,128	0,30	0,827
Raízes (Tamanho das Raízes)	1	156,407	156,407	0,18	0,684
Grupo*Raízes	3	2980,938	993,646	1,12	0,391
Trat.*Raízes	1	1782,748	1782,748	2,01	0,190
Resíduo	9	7986,069	887,341		
Total		2013786,373			

C.V. = 64,76 %

Média Geral = 45,9971

As médias e desvios padrão das variáveis não transformadas e variáveis transformadas para raiz quadrada (x) com relação aos grupos, tratamentos e tamanho das raízes estão expressas nas tabelas a seguir (Tabelas 7, 8 e 9).

Tabela 7. Médias e desvios padrão das microfraturas para o fator Grupo Dental.

Grupos	n	Microfraturas (μm^2)	----RAIZMicrofrat----
I	6	2705,333 \pm 2917,413	43,691 \pm 30,913 a
II	4	3103,825 \pm 2271,004	51,955 \pm 23,221 a
IV	5	1975,740 \pm 1792,691	41,396 \pm 18,099 a
V	6	3281,816 \pm 4462,128	48,164 \pm 33,977 a

Valores das médias \pm Desvios Padrão. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Médias e desvios padrão das microfraturas para o fator Tratamento.

Tratamentos	n	Microfraturas (μm^2)	----RAIZMicrofrat----
1 (KIS)	6	2054,000 \pm 2754,669	38,619 \pm 25,982 a
2 (S12)	11	3035,100 \pm 3511,341	47,502 \pm 29,265 a
3 (Sonic)	2	3732,750 \pm 623,597	60,989 \pm 5,112 a
4 (S12D)	2	2520,650 \pm 2860,317	44,860 \pm 31,879 a

Valores das médias \pm Desvios Padrão. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Médias e desvios padrão das microfraturas para o fator Tamanho.

Tamanho das Raízes	n	Microfraturas (μm^2)	----RAIZMicrofrat----
Pequenas	11	2822,090 \pm 3335,598	45,926 \pm 28,002 a
Grandes	10	2717,390 \pm 2673,199	46,074 \pm 25,701 a

Valores das médias \pm Desvios Padrão. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

5.3.3. Porcentagem de aumento da área do canal

A porcentagem de aumento da área do canal foi calculada pelas diferenças da área das planilhas pré e pós-operatórias. O quadro da análise da variância (Tabela 10) mostrou que houve efeito significativo para grupos e tratamentos ($P < 0,01$).

Tabela 10. Quadro da Análise de Variância para variável aumento da área do canal.

Causas da Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Valor de F	Prob. > F
Grupo Dental	4	557,223	139,305	4,905	0,002
Tratamentos	3	1045,528	348,509	12,273	0,000
Raízes (Tamanho das Raízes)	1	36,829	36,829	1,297	0,260
Grupo*Trat.	12	628,866	52,405	1,845	0,072
Grupo*Raízes	4	175,101	43,775	1,541	0,207
Trat.*Raízes	3	15,190	5,063	0,178	0,910
Grupo*Trat.*Raízes	12	398,532	33,211	1,169	0,336
Resíduo	40	1135,847	28,396		
Total	79	3993,120			

C.V. = 25,59 %

Média Geral = 20,821

A comparação entre médias, transformadas e não transformadas (Tabela 11), de grupos pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) mostrou que o grupo IV (incisivos laterais superiores) superou os os grupos II (caninos superiores) e III e o grupo III (incisivos centrais superiores) apresentou menor porcentagem de aumento em relação aos grupos IV (incisivos laterais superiores) e V (incisivos inferiores).

A comparação entre médias de tratamentos (Tabela 12) pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) mostrou que o tratamento 3 (sonicflex com ponta número 16) superou os tratamentos 2 (ponta ultra-sônica sem diamante) e 1 (ponta ultra-sônica com zircônio-KIS), não diferindo do tratamento 4 (ponta ultra-sônica com diamante).

Tabela 11. Médias e desvios padrão da porcentagem de aumento da área do canal para o fator Grupo Dental.

Grupos	n	Aumento da área do canal (%)	----RAIZPorcentagem---- (médias transformadas)
IV	16	640,315 ± 240,142	23,791 ± 5,328 a
V	16	616,226 ± 240,142	23,596 ± 5,328 a b
I	16	469,960 ± 240,142	21,059 ± 5,328 a b c
II	16	352,168 ± 240,142	18,256 ± 5,328 b c
III	16	338,670 ± 240,142	17,405 ± 5,328 c

Valores das médias ± Desvios Padrão. Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Médias e desvios padrão da porcentagem de aumento da área do canal para o fator Tratamento.

Tratamentos	n	Aumento da área do canal (%)	----RAIZPorcentagem---- (médias transformadas)
3 (Sonic)	20	772,236 ± 240,142	26,258 ± 5,328 a
4 (S12D)	20	494,988 ± 240,142	21,829 ± 5,328 a b
2 (S12)	20	354,093 ± 240,142	18,288 ± 5,328 b c
1 (KIS)	20	312,554 ± 240,142	16,911 ± 5,328 c

Valores das médias ± Desvios Padrão. Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.3.4. Perda de estrutura dental (mineral)

O quadro da análise da variância (Tabela 13) mostrou que houve efeito significativo somente dos grupos, tratamentos e tamanho das raízes ($P < 0,01$).

Tabela 13. Quadro da Análise de Variância para variável perda de estrutura mineral.

Causas da Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Valor de F	Prob. > F
Grupo Dental	4	3,2899	0,8224	4,4335	0,00490
Tratamentos	3	21,3491	7,1163	38,3604	0,00001
Raízes (Tamanho das Raízes)	1	5,8036	5,8036	31,2844	0,00002
Grupo*Trat.	12	4,3091	0,3590	1,9357	0,05866
Grupo*Raízes	4	0,5516	0,1379	0,7434	0,57041
Trat.*Raízes	3	0,4985	0,1661	0,8958	0,54603
Grupo*Trat.*Raízes	12	3,1261	0,2605	1,4043	0,20403
Resíduo	40	7,4205	0,1855		
Total	79	46,3488			

C.V. = 14,56 %

Média Geral = 2,9571

A comparação entre médias de grupos (Tabela 14) pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$) mostrou que o grupo V (incisivos inferiores) teve maior perda em relação aos grupos I (caninos superiores), II (caninos inferiores) e III (incisivos centrais superiores) sendo que estes não diferiram entre si ($P > 0,05$).

A comparação entre médias de tratamentos pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) mostrou que o tratamento 3 (sonicflex com ponta número 16) superou os demais (Tabela 15).

A comparação entre médias do tamanho das raízes pelo teste F mostrou que a raiz pequena superou a grande (Tabela 16).

Tabela 14. Médias e desvios padrão da perda de estrutura mineral para o fator Grupo Dental.

Grupos	N	Perda de estrutura mineral (%)	----RAIZPorcentagem---- (médias transformadas)
V	16	11,695 ± 2,727	3,314 ± 0,430 a
IV	16	9,867 ± 2,727	3,037 ± 0,430 a b
I	16	8,701 ± 2,727	2,861 ± 0,430 b
III	16	8,536 ± 2,727	2,827 ± 0,430 b
II	16	7,819 ± 2,727	2,744 ± 0,430 b

Valores das médias ± Desvios Padrão. Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Médias e desvios padrão da perda de estrutura mineral para o fator Tratamento.

Tratamentos	N	Perda de estrutura mineral (%)	----RAIZPorcentagem---- (médias transformadas)
3 (Sonic)	20	13,702 ± 2,727	3,628 ± 0,430 a
4 (S12D)	20	10,641 ± 2,727	3,234 ± 0,430 b
2 (S12)	20	7,518 ± 2,727	2,693 ± 0,430 c
1 (KIS)	20	5,434 ± 2,727	2,271 ± 0,430 d

Valores das médias ± Desvios Padrão. Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 16. Médias e desvios padrão da perda de estrutura mineral para o fator Tamanho.

Tamanho das Raízes	N	Perda de estrutura mineral (%)	----RAIZPorcentagem---- (médias transformadas)
Pequenas	40	10,986 ± 2,727	3,226 ± 0,430 a
Grandes	40	7,661 ± 2,727	2,687 ± 0,430 b

Valores das médias ± Desvios Padrão. Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

5.3.5. Correlações

As análises de correlações foram feitas entre alguns fatores que considerados mais importantes e, possivelmente, poderiam influenciar o desempenho de outras variáveis (Tabela 17).

Tabela 17. Análise das correlações entre as principais variáveis*.

	“Chipping”	Microfraturas	< distância pós X, X1, Y, Y1	< distância pré X, X1, Y, Y1
A. mineral pós	NS	NS	--/--	--/--
A. mineral pré	NS	NS	--/--	--/--
“Chipping”	--/--	NS	--/--	--/--
Microfraturas	NS	--/--	NS	NS

*De acordo com coeficiente de Correlação de Pearson ($p > 0,05$)

NS-correlação não significativa.

--/-- índice não calculado.

6. DISCUSSÃO

6.1. Da metodologia

6.1.1. Seleção e preparo inicial dos espécimes

A maioria dos trabalhos que utilizaram dentes humanos extraídos (SAUNDERS et al.¹²² em 1994, ENGEL & STEIMAN⁵⁰ em 1995, ABEDI et al.¹ em 1995, LAYTON et al.⁸³ em 1996, FRANK et al.⁵⁴ em 1996, WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ em 1997 e MIN et al.¹⁰⁴ em 1997), infelizmente, não relatam as razões das extrações dos dentes e as condições em que os mesmos foram extraídos. Este estudo preocupou-se em anotar estas observações, já que as mesmas podem ser fundamentais ao sucesso da metodologia empregada. Todos os dentes possuíam sua parte estrutural em bom estado (mesmo quando comprometidos gravemente por problemas periodontais), apresentavam vitalidade pulpar e haviam sido extraídos recentemente por dois cirurgiões dentistas cientes da importância de determinados cuidados no trans e pós operatório descritos no capítulo 4, seção 4.1.

O trabalho de SAUNDERS et al.¹²² (1994), o primeiro a relatar o desenvolvimento de microfraturas em superfícies apicais preparadas com aparelhos ultra-sônicos, submeteu as raízes a um tratamento químico no processo de diafanização. A excessiva manipulação dessas raízes, incluindo a remoção do esmalte com instrumentos afiados, pode ter contribuído para a formação de algumas destas microfraturas. Além disso, a permanência dos espécimes cobertos por esmalte por 90 horas em uma estufa a 37°C, pode ter comprometido sua hidratação, resultando no enfraquecimento de suas estruturas minerais. Esta metodologia, diferente da metodologia aplicada no presente estudo, foi desenvolvida com outro propósito, portanto, não pode ser considerada a mais apropriada para o estudo de microfraturas.

Como nos trabalhos descritos por LAYTON et al.⁸³ (1996), BELING et al.¹³ (1997), DUARTE et al.⁴⁸ (1997) e MORGAN & MARSHALL¹⁰² (1998) optamos pelo não tratamento endodôntico das raízes, uma vez que consideramos crítica a manipulação dos dentes, a instrumentação e a obturação dos canais sem o suporte apropriado dos tecidos periodontais. A falta de suporte durante a obturação do canal radicular pode ter influenciado no aparecimento de microfraturas na superfície apical seccionada de alguns trabalhos, uma vez que autores como HOLCOMB et al.⁷³ (1987), LINDAUER et al.⁸⁸ (1989) e ONNINK et al.¹¹¹ (1994) comprovaram a indução de trincas ou até mesmo a fratura vertical da raiz durante a condensação lateral em alguns tipos de dentes submetidos a forças excessivas.

Os últimos autores, comparando três técnicas de obturação de canais, descreveram dois padrões de trincas muito semelhantes aos identificados por LAYTON et al.⁸³ (1996) e BELING et al.¹³ (1997), mesmo tendo usado metodologias muito distintas.

MORGAN & MARSHALL¹⁰¹ (1999) argumentam que estas microfraturas podem, eventualmente, surgir devido à utilização de dentes extraídos. De acordo com os autores, o estresse sofrido pelos dentes durante as extrações, os efeitos da desidratação e do meio de armazenamento predispõem as estruturas minerais à eventuais microfraturas. Entre as vantagens citadas por estes autores, que utilizaram em seu estudo o preparo “in vivo” e obtiveram excelentes resultados, podemos destacar a manipulação das raízes (tratamento endodôntico, ressecção apical e preparo das cavidades retrógradas) com um suporte de tecido ósseo apropriado, fato não observado na maioria dos trabalhos que utilizaram dentes extraídos.

Estes detalhes talvez expliquem a constatação de inúmeras microfraturas pré-operatórias descritas no estudo de ABEDI et al.¹ (1995). Apesar dos canais terem sido obturados com um cone único de guta-percha amolecida em clorofórmio, para evitar a pressão causada pela condensação lateral, e os dentes terem sido mantidos em ambientes com 100% de umidade durante todas as etapas do estudo, 28% dos espécimes pré-operatórios apresentaram microfraturas.

Até mesmo em trabalhos onde não foram realizados os tratamentos endodônticos (LAYTON et al.⁸³ em 1996 e MORGAN & MARSHALL¹⁰² em 1998), foi constatado um número elevado de microfraturas pré-operatórias.

Apesar de considerarmos crítica a manipulação das raízes durante a instrumentação e obturação dos canais, em seu estudo BELING et al.¹³ (1997) dividiram os espécimes

em grupos com e sem tratamento endodôntico e não encontraram diferenças significativas em relação ao aparecimento de microfraturas. Entretanto, seus grupos experimentais apresentaram microfraturas em 15% dos espécimes após a ressecção apical isoladamente, fato que pode ter influenciado seus resultados pós-operatórios. A diferenciação entre as fraturas pré e pós-operatórias é relativamente fácil de ser realizada, porém a dificuldade residiria em estabelecer o quanto a presença de fraturas pré-operatórias influenciou o surgimento das pós-operatórias.

Em nosso estudo, mesmo utilizando um aumento microscópico mais poderoso (150x) que os descritos em outras publicações, não constatamos nenhuma microfratura pré-operatória, o que nos leva a acreditar que a utilização de dentes extraídos em estudos desta natureza é viável desde que certos cuidados sejam levados em consideração.

Entre estes cuidados, podemos destacar o preparo das cavidades retrógradas com algum tipo de suporte. Com exceção do trabalho de WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ (1997) que descreve a utilização de um suporte para fixação das raízes, e dos trabalhos de WUCHENICH et al.¹⁵⁹ (1994), CALZONETTI et al.²⁸ (1998) e MORGAN & MARSHALL¹⁰¹ (1999) que trabalharam com os dentes na própria cavidade oral (cadáveres ou pacientes), a maioria dos trabalhos publicados não relataram preocupações com a estabilidade e firmeza proporcionada às raízes durante o preparo das cavidades retrógradas.

A nossa apreciação inicial favorável ao não tratamento endodôntico dos canais, visando a manutenção da integridade das estruturas minerais, foi reforçada por um dos propósitos deste estudo. A posterior análise quantitativa das alterações dimensionais dos

canais, após o preparo das cavidades retrógradas, tornou impraticável a mudança do diâmetro inicial dos mesmos, através da instrumentação endodôntica.

6.1.2. Ressecção radicular apical

Podemos dividir as publicações que descrevem técnicas de ressecção apical em dois grupos distintos. O primeiro grupo é composto por estudos que analisaram tipos diferentes de brocas visando a obtenção de melhores resultados clínicos nas cirurgias pararendodônticas. Os autores, neste caso, estão preocupados em encontrar brocas e técnicas que permitam uma maior lisura e regularidade da superfície apical seccionada (TAYLOR et al.¹³⁶ em 1984, GUTMANN & HARRISON⁶⁷, CARR³⁴ em 1994 e MORGAN & MARSHALL¹⁰² em 1998). Esta regularidade visa a melhor adaptação do material retrobturador e o aumento da superfície disponível a uma reinserção do ligamento periodontal.

O segundo grupo abrange estudos relacionados ao aparecimento de microfraturas durante o preparo de cavidades retrógradas (ABEDI et al.¹ em 1995, LAYTON et al.⁸³ em 1996, LLOYD⁹⁰ et al. em 1996), a análise qualitativa dessas cavidades (WUCHENICH et al.¹⁵⁹ em 1994, ENGEL & STEIMAN⁵⁰ em 1995), a análise dimensional dos preparos (MIN et al.¹⁰⁴, 1997), o estudo de adaptação e microinfiltração de retrobturações (SAUNDERS et al.¹²², 1994) e a avaliação da limpeza das cavidades (GUTMANN et al.⁶⁹, 1994).

A lisura e regularidade da superfície apical seccionada, determinada pela maneira como é feita a apicectomia, são extremamente importantes neste tipo de estudo pois permitem uma avaliação mais precisa de todos os aspectos descritos no parágrafo anterior. Isto explica a ampla utilização de uma lâmina de baixa velocidade (Isomet) na padronização do corte da porção apical da raiz em estudos desta natureza (ABEDI et al.¹ em 1995, LAYTON et al.⁸³ em 1996, BELING et al.¹³ em 1997, MAUGER et al.⁹⁸ em 1998). Apesar da utilização da Isomet, foram constatadas nestas pesquisas índices significantes de microfraturas pré-operatórias.

Esta lâmina de baixa velocidade, Isomet, também foi utilizada por MORGAN & MARSHALL¹⁰² (1998) no grupo controle em um estudo comparativo de técnicas de ressecção apical. Estes autores concluíram que as apicectomias realizadas em dentes extraídos com brocas multiuso, brocas de fissura número 57, brocas de Lindeman e com a Isomet apresentaram várias microfraturas passíveis de observação em aumentos microscópicos relativamente pequenos (20x).

Em um estudo piloto que realizamos comparando superfícies apicais seccionadas pela Isomet, com superfícies seccionadas por um micrótomo de tecido duro Precise S65, identificamos estrias e canaletes muito evidentes que poderiam confundir a análise de microfraturas feitas em réplicas de resina epóxica com aumentos superiores a 50x.

Os resultados insatisfatórios apresentados pelos trabalhos de ABEDI et al.¹ em 1995, LAYTON et al.⁸³ em 1996, BELING et al.¹³ em 1997, MAUGER et al.⁹⁸ em 1998 e MORGAN & MARSHALL¹⁰² (1998), a irregularidade das superfícies obtidas com a utilização de brocas, a importância da manutenção da integridade estrutural das raízes em estudos de microfraturas e a maior regularidade da superfície apical proporcionada

pelo micrótomo, em dentes extraídos, foram determinantes na escolha deste aparelho para a confecção das apicectomias realizadas neste trabalho. A eficiência desta técnica foi confirmada através de nossos resultados, visto que nenhuma superfície seccionada apresentou irregularidades ou microfraturas.

Ao contrário dos trabalhos de WUCHENICH¹⁵⁹ (1994), SAUNDERS et al.¹²² (1994) e GUTMANN et al.⁶⁹ (1994), que realizaram as apicectomias com uma inclinação de aproximadamente 45°, no presente estudo as mesmas foram mantidas perpendiculares ao longo eixo da raiz. Uma vez que a utilização do microscópio, pontas ultra-sônicas e micro-espelhos nas cirurgias parendodônticas permitem a visualização e o preparo de cavidades em superfícies menos inclinadas (PECORA & ANDREANA¹¹³ em 1993, CARR³⁴, em 1994, GONDIM JUNIOR et al.⁶⁰ em 1997, LEAL & BAMPA⁸⁴ em 1998, RUBINSTEIN & KIM¹¹⁹ em 1999), não seria interessante, neste estudo a angulação destas superfícies. Além disso, a análise inicial dos espécimes no MEV e a posterior análise com o programa Imagelab exigiram um máximo de paralelismo entre a superfície seccionada e o plano horizontal.

A maioria absoluta dos trabalhos publicados que estudam os efeitos de preparos de cavidades retrógradas, “in vitro” ou “in situ”, realizaram ressecções de aproximadamente três milímetros apicais das raízes (SAUNDERS et al.¹²² em 1994, WUCHENICH et al.¹⁵⁹ em 1994, ABEDI et al.¹ em 1995, LAYTON et al.⁸³ em 1996, FRANK et al.⁵⁴ em 1996, BELING et al.¹³ em 1997, WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ em 1997, MIN et al.¹⁰⁴ em 1997, CALZONETTI et al.²⁸ em 1998).

A razão desta acedência pela ressecção dos três milímetros apicais, também realizada neste estudo, pode ser explicada por dois fortes argumentos. O primeiro está

relacionado à maior dificuldade de instrumentação da porção apical de canais, fato comprovado, entre outros, por DAVIS et al.⁴⁶ em 1972 e WALTON¹⁴⁸ em 1976. O segundo argumento baseia-se na existência de um complexo sistema de canais provavelmente contaminado (NAIR et al.¹⁰⁷, 1990), formado por deltas apicais e istmos. Conhecido como corredor (GREEN⁶², 1973) ou interconexão lateral (PINEDA¹¹⁴, 1973), o istmo foi definido por WELLER et al.¹⁵⁶ (1995) como uma estreita comunicação entre dois canais radiculares que contém tecido pulpar, geralmente encontrados em raízes de molares e pré-molares. De acordo com os autores 90% das raízes méso-vestibulares dos primeiros molares superiores estudados possuíam istmos a quatro milímetros do ápice.

Sendo a identificação, tratamento e desinfecção dessas estruturas de fundamental importância ao sucesso das cirurgias parodontais, nos parece bastante coerente a remoção de três milímetros apicais e o posterior preparo da cavidade retrógrada com três milímetros de profundidade.

6.1.3. Preparo das cavidades retrógradas

A confecção de uma cavidade retrógrada tem como principal objetivo dar condições adequadas à colocação de um material retrobturador capaz de evitar o contato de agentes potencialmente nocivos com a região periapical (CARR³⁵, 1997).

Até o advento das pontas sônicas e ultra-sônicas este tipo de cavidade vinha sendo amplamente realizado em baixa rotação, com brocas esféricas número 1 ou cônicas-invertida número 33^{1/2} montadas em contra-ângulo ou peça de mão reta. Infelizmente, a dificuldade de realização de preparos próximos ao ideal com esses tipos de brocas é

muito maior, até mesmo para cirurgiões bem treinados. Suas maiores limitações frente ao preparo com pontas ultra-sônicas descritas por CARR^{31,32,33,34,35} (1992, 1993,1994 e 1997) são: necessidade de uma maior loja cirúrgica; dificuldade em acompanhar as variações morfológicas das raízes; dificuldade de posicionamento da cavidade retrógrada no longo eixo do canal; cavidades sem profundidade ou retenção adequadas; cavidades com a extensão vestibulo-lingual irregulares e dificuldade do preparo de istmos.

Outras vantagens dos preparos ultra-sônicos como o melhor alinhamento e limpeza das cavidades, menor concentração de “smear layer” e maior preservação e paralelismo das paredes cavitárias descritas por FONG (1993), GUTMANN et al.⁶⁹ (1994), WUCHENICH et al.¹⁵⁹ (1994), ENGEL & STEIMAN⁵⁰ (1995), CALZONETTI et al.²⁸ (1998) e LIN et al.⁸⁶ (1998), com exceção da remoção de “smear layer”, foram confirmadas por este trabalho.

Frente às inúmeras vantagens descritas anteriormente, decidimos estudar nesta pesquisa as falhas destas técnicas apresentadas pela literatura. O aparecimento de microfraturas e de ranhuras (SAUNDERS et al.¹²² em 1994, ABEDI et al.¹ em 1995, LAYTON et al.⁸³ em 1996, FRANK et al.⁵⁴ em 1996), a perda de estrutura mineral e a relação entre o tamanho das raízes e o índice de microfraturas foram os principais alvos deste estudo. O nosso interesse pelo estudo de um sistema sônico (VON ARX et al.¹⁴¹, 1998), recentemente lançado no Brasil, é explicado pela frequência praticamente cinco vezes menor que a do sistema ultra-sônico. A diminuição da frequência do instrumento e a mudança na forma e composição das pontas serão discutidos com os resultados nos itens a seguir.

De acordo com nossos resultados, as deficiências destes sistemas serão superados quando forem definidas, através de pesquisas, as melhores potências e frequências dos aparelhos, as formas e composições mais adequadas das pontas, e as melhores técnicas de acabamento das superfícies seccionadas e retrobturadas.

6.1.4. Análise no MEV e comparação dos dados através da análise de imagens

Os malefícios causados a tecidos mineralizados como dentina, esmalte e cimento durante o preparo para análise no MEV (desidratação, secagem ao ponto crítico, calor, banho de metais pesados) vêm sendo descritos, há algum tempo, por inúmeros autores (BARNES¹² em 1972, CRANG & KLOMPARENS⁴³ em 1988, ABEDI et al.¹ em 1995).

Em um estudo piloto, tentamos utilizar a secagem ao ponto crítico antes da metalização das raízes para análise no MEV, entretanto, não obtivemos bons resultados. Após o cuidadoso ressecamento das estruturas minerais, foi possível a identificação de inúmeras fraturas, antes da colocação do espécime na câmara de metalização.

Outra alternativa à estas dificuldades foi a utilização de um microscópio eletrônico de pressão variável (MEVvp- LV-435, LEO). A vantagem deste microscópio em relação ao MEV convencional é a possibilidade de análise dos espécimes em uma câmara de baixo vácuo. Com isso, diversas estruturas como materiais biológicos, insetos, plantas etc., apesar de não serem bons condutores de elétrons, podem ser examinados sem a metalização e um pouco úmidos. Frustrando nossas expectativas, o vácuo (mesmo reduzido) e os níveis extremamente baixos de umidade dentro da câmara do

microscópio, foram suficientes para causar microfraturas capazes de comprometer os resultados de estudos como este.

O sistema de réplicas desenvolvido para superar estas dificuldades provou ser confiável e preciso no estudo microscópico de vários tecidos bucais, inclusive quando observados em aumentos de 5000x (WALSH et al.¹⁴⁷, 1991). Nosso estudo, e os trabalhos de LLOYD et al.⁹⁰ (1996), WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ (1997), CALZONETTI et al.²⁸ (1998) e MORGAN & MARSHALL¹⁰² (1998) comprovaram o sucesso deste tipo de metodologia. Foi concluído que as réplicas não sofrem prejuízo algum durante o preparo para análise no MEV e são perfeitamente capazes de apresentar, com precisão, detalhes menores que 10µm.

O material de impressão Aquasil ULV utilizado neste estudo pode ser considerado uma evolução do material utilizado (Reposil) na maioria dos trabalhos desta natureza (ABEDI et al.¹ em 1995, WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ em 1997, MORGAN & MARSHALL^{101,102} em 1999 e 1998). Ele é um material borrachóide, da categoria dos silicones-A ou siloxanos (vinil siloxanos), sendo escolhido para a confecção dos moldes neste estudo devido as suas características físico-químicas. De acordo com suas especificações técnicas, este sistema reúne as melhores propriedades dos poliéteres (boa reprodutibilidade de detalhes e hidrófilo) e dos silicones de adição (fácil remoção, sem cheiro, baixa alteração dimensional linear). Os vinil siloxanos garantem uma melhor estabilidade dimensional pois sofrem uma polimerização iônica e, ao contrário dos silicones de condensação (silicones-C), não liberam subprodutos (álcool etílico). Alguns silicones de adição liberam hidrogênio após sua polimerização, por isso é recomendável

aguardar ao menos uma hora antes do vazamento dos modelos (CRAIG & WARD⁴², 1998).

Com relação a reprodutibilidade de detalhes, de maneira geral, todos os materiais borrachóides atingem facilmente as normas da especificação número 19 da “American Dental Association” (ADA).

Um dos problemas encontrados nos siloxanos é sua baixa afinidade com a água. Algumas substâncias “surfactants” são incorporadas a esses materiais visando a melhoria de suas características de molhamento, tornando-os hidrófilos. O molhamento dos materiais para impressão é calculado através da mensuração do ângulo de contato do material com a água. Quanto menor este ângulo, maior sua afinidade com superfícies úmidas (CRAIG & WARD⁴², 1998).

De acordo com informações do fabricante (Dentsply-De Trey, Konstanz, Alemanha), graças à tecnologia “smart wetting™”, o Aquasil possui este ângulo em torno de 30° (menor índice entre os materiais borrachóides, inclusive poliéteres que é de 49°). Esta característica, aliada à sua rápida polimerização (3,5 minutos), foi fundamental para o sucesso da metodologia aplicada neste estudo, uma vez que moldamos as regiões apicais úmidas, por um curto período de tempo, não comprometendo as estruturas minerais.

O Aquasil ULV possui um dos menores índices de alteração dimensional linear (índice medido entre a contração de polimerização e 24 horas) entre os siloxanos (0,01%) e sua estabilidade dimensional permite que o vazamento dos modelos possa ser feito até 14 dias após a moldagem. Além disso, ele é compatível com larga escala de

materiais para confecção de modelos, incluindo materiais epóxicos. A estabilidade dimensional das resinas epóxicas e sua compatibilidade com silicones de adição foram descritos por AIACH et al.⁶ (1984) e WALSH & BASU¹⁴⁶ (1987).

Decidiu-se pela utilização da resina epóxica CMR-028 e o endurecedor CME-251 (Polipox, São Paulo, SP) pois este sistema possui média viscosidade e depois de curado, torna-se rígido, transparente e com excelente acabamento superficial. De acordo com o fabricante, esta resina epóxica possui uma ótima compatibilidade com materiais a base de silicone. Além disso, apresenta uma excelente estabilidade dimensional sofrendo uma máxima contração de polimerização de 0,2%.

A utilização de um programa de análise de imagens, apesar de trabalhosa, mostrou-se perfeitamente capaz de quantificar com precisão todas as variações causadas após o preparo sônico e ultra-sônico de cavidades retrógradas. Ela foi fundamental na classificação do tamanho dos dentes e na avaliação da qualidade dos preparos.

6.2. Dos resultados

6.2.1. Das alterações causadas pelos sistemas sônicos e ultra-sônicos

Poucos trabalhos que estudaram os efeitos dos preparos de cavidades retrógradas com instrumentos sônicos ou ultra-sônicos relatam a formação desse “marginal chipping”. Os primeiros autores que demonstraram um aumento dessas ranhuras nas margens das cavidades com os preparos sônicos foram LLOYD et al.⁹⁰ em 1996. Eles relacionam este fenômeno ao constante movimento de inserção e remoção do instrumento durante o preparo, fato não observado com a utilização de brocas.

WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ (1997) e MORGAN & MARSHALL¹⁰¹ (1999) descrevem o aparecimento dessas ranhuras marginais em seus estudos de preparos ultra-sônicos. Os primeiros autores associam o aumento da potência do ultra-som com uma piora da qualidade das margens cavitárias. De acordo com nossos resultados, não pudemos confirmar ou discordar desta suposição, já que em três dos quatro tratamentos estudados utilizamos o mesmo ajuste de potência no mesmo aparelho ultra-sônico. Mesmo o sistema sônico (sonicflex) que trabalha com frequências e potências menores, não apresentou diferenças estatisticamente significantes. Entretanto, pudemos constatar que a média das superfícies calculadas que apresentaram ranhuras é maior no tratamento 2 (ponta ultra-sônica S-12 sem diamante), fato que pode ser explicado pela deficiência de corte das pontas sem diamante e o conseqüente aumento do tempo de preparo das cavidades (de 40 segundos nos tratamentos 1 e 4 a 90 segundos). Ao contrário dos

resultados apresentados por BRAMANTE et al.²³ (1998), as pontas ultra-sônicas da Satelec (S-12) sem diamante não propiciaram cavidades mais regulares que as pontas S-12 diamantadas.

A angulação dos insertos Satelec, com e sem diamante, favoreceu os preparos quando comparadas com as pontas KIS. Os instrumentos Satelec possuem a angulação de sua ponta ativa em torno de 90°, entretanto, como resultado da conicidade apresentada por este segmento, este ângulo torna-se mais suave e um pouco mais aberto. Por outro lado, as pontas KIS possuem a angulação de sua ponta ativa mais fechada e definida (80°), ocasionando, em situações onde as raízes possuem uma angulação mais acentuada, um contato entre a parte mais longa da ponta (pescoço) e as margens da superfície seccionada. Este contato é responsável pelo aumento das superfícies irregulares. Graças a sua angulação lateral, as pontas do sistema sonics não permitem que outra parte, além da ponta ativa, encoste na estrutura dental.

Ao contrário das afirmações do fabricante, a utilização das pontas KIS não resultou em cavidades mais regulares quando comparadas aos outros insertos. Durante o preparo de cavidades em canais mais amplos, estes insertos por serem mais finos e compridos apresentavam-se excessivamente soltos dentro dos preparos. Esta característica aliada à sua grande capacidade de corte tornava dificultoso o seu controle em canais mais amplos.

A possibilidade de remoção das ranhuras através de um acabamento da superfície seccionada e da retrobturação, sua influência na infiltração apical e na cicatrização dos tecidos perirradiculares ainda precisam ser esclarecidas.

Os resultados de trabalhos publicados que estudaram os efeitos dos preparos retrógrados sônicos e ultra-sônicos são os mais variáveis. Esta desconformidade pode ser creditada principalmente à metodologia do estudo. Os trabalhos mais recentes que analisaram a formação de microfraturas através da análise de réplicas com o MEV obtiveram bons resultados (CALZONETTI et al.²⁸ em 1998 e MORGAN & MARSHALL¹⁰¹ em 1999), inclusive em dentes extraídos (WAPLINGTON et al.¹⁵⁰, 1997). Por outro lado a maioria dos trabalhos que utilizaram outras metodologias (microscópios confocais, cortes histológicos, lupas) apresentaram altos índices de microfraturas.

Nossos resultados foram semelhantes aos de FRANK et al.⁵⁴ (1996), onde foi concluído que todos os métodos utilizados produzem algumas microfraturas em um número relativamente pequeno de espécimes, entretanto, nenhum trabalho publicado foi tão criterioso quanto o presente estudo. De maneira geral, quase todos autores utilizaram aumentos de 50x ou menores na identificação dessas microfraturas. Era esperado encontrarmos um maior índice de irregularidades com um aumento de 150x. Analisando os mesmos espécimes com um aumento de 40x não seriam notadas as microfraturas encontradas em 10 das 22 raízes.

Não houve uma correlação significativa entre a superfície com ranhuras e a presença de microfraturas, ambas ocorreram em vários casos independentemente da outra. Entretanto, muitas das microfraturas confundiam-se com este “marginal chipping”, tornando difícil sua identificação em aumentos menores que 150x. É possível que os trabalhos de LLOYD et al.⁹⁰ (1996), WAPLINGTON et al.¹⁵⁰, 1997 e MORGAN & MARSHALL¹⁰¹ (1999), onde praticamente não foram identificadas microfraturas,

apresentassem resultados muito próximos aos deste estudo caso suas réplicas tivessem sido submetidas a aumentos mais expressivos.

O estudo de CALZONETTI et al.²⁸ (1998) foi o único que usou uma magnificação maior (100x), entretanto, dois fatores podem ter dificultado a identificação dessas microfraturas. Em primeiro lugar, os autores utilizaram brocas durante as apicectomias, tornando as superfícies seccionadas mais irregulares. As imagens publicadas mostram superfícies repletas de estrias e canaletes. Além disso, foram estudadas as moldagens dos dentes e não as réplicas. Estas moldagens não são capazes de transmitir a perspectiva real de uma réplica (BARNES¹² em 1972) e isto, aliado as irregularidades da superfície, podem ter dificultado a identificação de microfraturas, caso as mesma existissem. Devemos levar em consideração que trabalhos como este em cadáveres, ou em pacientes, podem apresentar melhores resultados pela pouca manipulação dos dentes e a presença do periodonto.

Outra aspecto que pode ter contribuído para a diversidade de resultados é o método de avaliação. Alguns trabalhos somente identificaram a presença e quantidade de microfraturas (ENGEL & STEIMAN⁵⁰ em 1995, LAYTON et al.⁸³ em 1996, FRANK et al.⁵⁴ em 1996, BELING et al.¹³ em 1997 e BRENT et al.²⁴ em 1999) outros classificaram as superfícies com determinados escores através de um ranking (LLOYD et al.⁹⁰ em 1996, DUARTE et al.⁴⁸ em 1997, WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ em 1997) e somente um trabalho fez uma análise quantitativa das dimensões das microfraturas (MIN et al.¹⁰⁴ em 1997). O primeiro método de análise é incompleto pois em determinadas situações uma trinca grande, que pode comprometer a integridade periapical, pode ser considerada melhor que 3 ou 4 microfraturas bem reduzidas. A classificação através de escores pode

ser considerada um tanto subjetiva e confusa, principalmente em situações onde ocorra inúmeras ranhuras nas superfícies seccionadas. O estudo de MIN et al.¹⁰⁴ (1997), único a utilizar a análise de imagens para quantificar dimensões das microfraturas, obteve 30% dos espécimes sem preparo (controle), 50% dos preparados com brocas e quase 100% dos preparados com pontas ultra-sônicas fraturados. Estes resultados apreensivos talvez possam ser explicados por algum erro da metodologia empregada, incluindo a colocação dos espécimes no autoclave por 90 minutos e a raspagem das raízes com curetas.

Foi possível perceber através de nossa análise que o tratamento 2 (ponta ultra-sônica S-12 sem diamante), mesmo causando microfraturas em mais espécimes que os tratamentos 1 (ponta ultra-sônica KIS), 3 (sonicflex com ponta número 16) e 4 (ponta ultra-sônica S-12D diamantada), possuíam médias de superfícies microfraturadas inferiores ao tratamento 3 e não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quando comparadas com os outros tratamentos.

A relação entre o tamanho das microfraturas e a manutenção da saúde perirradicular ainda precisa ser esclarecida. A própria viabilidade destas microfraturas, que possuem tamanhos muito reduzidos, poderia estar comprometida após o tratamento endodôntico via retrógrada. A reabsorção apical que antecede a formação de cimento e de tecido ósseo, de acordo com BERNABÉ¹⁷ (1994), provavelmente seria capaz de eliminar estas pequenas irregularidades.

WAPLINGTON et al.¹⁵¹ (1995) e BRIGGS et al.²⁵ (1989) demonstraram que a amplitude de deslocamento das pontas e limas ultra-sônicas e sua habilidade de corte são proporcionais ao aumento da potência do aparelho. FRANK et al.⁵⁴ (1996), WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ (1997) e CALZONETTI et al.²⁸ (1998) demonstraram que a

potência do aparelho está diretamente relacionada com a formação de microfraturas. Como o objetivo deste estudo não foi calibrar o aparelho, e sabendo que o sistema ultra-sônico ajustado a uma baixa potência é capaz de cortar dentina de forma eficiente, seguimos as recomendações de ENGEL & STEIMAN⁵⁰ (1995) e LEAL & BAMPA⁸⁴ (1998), e regulamos a tecla comutadora da regulagem de potência na posição “scaling”.

De acordo FRANK et al.⁵⁴ (1996), LAYTON et al.⁸³ (1996), WAPLINGTON et al.¹⁵⁰ (1997) e CALZONETTI et al.²⁸ (1998), o tempo de preparo das cavidades está relacionado com a incidência de microfraturas. Eles recomendam a utilização das pontas ultra-sônicas no máximo por dois minutos. Este estudo respeitou esta recomendação visto que o tempo máximo de utilização das pontas nos tratamentos 1 (ponta ultra-sônica KIS) e 4 (ponta ultra-sônica S-12D diamantada) foi de 40 segundos, no tratamento 2 (ponta ultra-sônica S-12 sem diamante) foi de 90 segundos, e no tratamento 3 (sonicflex com ponta número 16 diamantada) foi de 60 segundos.

De acordo com as condições deste estudo a menor frequência utilizada pelo sistema sônico não apresentou diferenças estatisticamente significativas em relação à formação de microfraturas e ranhuras, quando comparada com a maior frequência do sistema ultra-sônico (regulado na potência média). Estes resultados mais uma vez convergem com os resultados de FRANK et al.⁵⁴ (1996), onde os autores relatam o desenvolvimento de praticamente o mesmo número de microfraturas nos grupos preparados com aparelhos sônicos e ultra-sônicos (potência média).

6.2.2. Classificação do tamanho das raízes

A metodologia desenvolvida neste estudo objetivou, entre outras coisas, avaliar a importância do tamanho da estrutura apical remanescente (após apicectomia) na manutenção da estrutura mineral apical após o preparo cavitário sônico e ultra-sônico. ABEDI et al.¹ (1995) relatam que em áreas onde as paredes do preparo eram menores que um milímetro, houve uma maior prevalência de fraturas nos preparos ultra-sônicos. FRANK et al.⁵⁴ em 1996, também relaciona o tamanho dos dentes com o aparecimento de fraturas durante o preparo de cavidades retrógradas. O autor chega a recomendar que em ápices finos e frágeis, deveria haver uma interrupção da seqüência do tratamento cirúrgico na apicectomia, visando evitar a formação de microfraturas.

ARENS et al.¹⁰, em 1998, recomenda que deva existir, pelo menos, uma distância de dois milímetros entre as paredes do canal e a região do cimento na superfície apical seccionada. Caso isto não aconteça, as paredes da cavidade podem fraturar ou quebrar após o preparo cavitário.

Em nosso estudo 54% das menores distâncias X, XI, Y, Y1 são menores que um milímetro. Apesar disto, não houve correlação significativa entre estas distâncias e a formação de microfraturas. A variável tamanho da raiz não apresentou diferenças significativas com relação a microfraturas ou “marginal chipping”. Das 22 raízes que apresentaram microfraturas somente 12 eram consideradas pequenas.

O nosso método de classificação de raízes pequenas e grandes, apesar de simples, foi capaz de mostrar que estas especulações a respeito do tamanho da superfície apical seccionada, necessita ser revista. O trabalho que lançou esta hipótese (ABEDI et al.¹

1995) apresentou intrigantes microfraturas pré operatórias em 13 dos 47 dentes estudados. Um total de 29 dentes apresentaram microfraturas ao final do estudo, mesmo este sendo feito com uma análise de réplicas através do MEV. Provavelmente outros fatores foram decisivos na formação destas microfraturas. Entre estes fatores podemos destacar a potência do aparelho aplicada durante os preparos retrógrados que, infelizmente, não foi descrita.

Os resultados da porcentagem de aumento da área do canal e da perda de estrutura mineral indicaram algumas seqüências esperadas. Os grupos de dentes menores (incisivos laterais superiores e incisivos inferiores) foram os que apresentaram as maiores variações. As raízes dos grupos dos caninos e dos centrais superiores, mesmo as pequenas, não apresentaram diferenças significantes e reagiram bem aos tratamentos.

As pontas KIS (tratamento 1) apesar de não apresentarem diferenças significantes quando comparadas com as pontas Satelec, produziram as cavidades mais conservadoras em dentes com estruturas reduzidas graças ao seu pequeno diâmetro.

As pontas número 16 do sistema sonics (tratamento 3) utilizadas neste estudo possuem um diâmetro de aproximadamente um milímetro, o que explica o considerável desgaste da superfície seccionada de raízes mais reduzidas. Ao contrário das observações feitas por VON ARX et al.¹⁴¹ (1998), seria sensato imaginar que uma ponta ultra-sônica ou sônica com um diâmetro padronizado de um milímetro poderia ter uma ação mais agressiva em grupos dentais como incisivos inferiores que possuem em média (de acordo com este estudo) o diâmetro do canal de 0.3 milímetros, do que em incisivos centrais superiores onde encontramos uma estrutura morfológica maior com diâmetro de

aproximadamente 0,6 milímetros. Vale lembrar que o tamanho da cavidade será compatível com o tamanho do contato periodonto/retrobturação.

7. CONCLUSÕES

1. A metodologia empregada, considerando as condições deste estudo, foi capaz de demonstrar as alterações causadas às superfícies apicais contendo cavidades retrógradas preparadas com sistemas sônicos e ultra-sônicos.
2. O sistema sônico, mesmo apresentando uma menor frequência, não preparou cavidades retrógradas mais regulares que o sistema ultra-sônico.
3. Não há diferenças estatisticamente significantes em relação ao aparecimento de microfraturas ou microfraturas entre todos os fatores estudados (grupos dentais, tratamentos e tamanho das raízes).
4. Não existe relação entre o tamanho da estrutura dental e o aparecimento de microfraturas ou ranhuras nas margens das cavidades retrógradas.
5. A presença das ranhuras ou “marginal chipping” é uma constante nesses tipos de preparo, pois apareceram na maioria dos dentes instrumentados.
6. Os grupos dentais mais afetados em relação ao aumento da área do canal e a perda de estrutura mineral, depois dos preparos das cavidades, são os incisivos laterais superiores e os incisivos inferiores, respectivamente.
7. O tratamento 3 (sistema sonics) mostrou um aumento excessivo da área do canal em relação aos tratamentos 1 (ponta KIS) e 2 (ponta S-12 sem diamante) e causou a maior porcentagem de perda mineral entre todos os grupos, devendo ser usado com cautela em raízes muito pequenas como as dos incisivos inferiores.
8. De maneira geral, os preparos sônicos e ultra-sônicos são centralizados, alinhados e apresentam poucas irregularidades.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ABEDI, H.R. et al. Effects of ultrasonic root-end cavity preparation on the root apex. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod**, Saint Louis, v.80, n.2, p.207-213, Aug. 1995.
2. ABRAMOWITZ, P.N., RANKOW, H, TROPE, M. Multidisciplinary approach to apical surgery in conjunction with the loss of cortical plate. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.77, n.5, p.502-506, May 1994.
3. ADRIAENS, P.A., DEBOEVER, J.A., LOESCHE, W.J. Bacterial invasion in root cementum and radicular dentin of periodontally diseased teeth in humans. **J Periodontol**, Chicago, v.59, n.4, 222-230, Apr. 1988.
4. AHMAD, M., ROY, R.A., KAMARUDIN, A.G. Variations in the power output of the piezon-master 400 ultrasonic endodontic unit. **Int Endod J**, Oxford, v.27, n.1, p.26-31, Jan. 1994.
5. _____ et al. The vibratory pattern of ultrasonic files driven piezoelectrically. **Int Endod J**, Oxford, v.26, n.2, p.120-124, Mar. 1993.
6. AIACH, D., MALONE, W.F.P., SANDRIK, J. Dimensional accuracy of epoxy resins and their compatibility with impression materials. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.52, n.4, p.500-504, Oct. 1984.

* De acordo com a NBR 6023, de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline/Lilacs.

7. ALTONEN, M., MATILLA, K. Follow-up study of apicoectomized molars. **Int J Oral Surg**, Copenhagen, v.5, n.1, p.33-40, Feb. 1976.
8. ANDREASEN, J.O., RUD, J. A histobacteriologic study of dental and periapical structures after endodontic surgery. **Int J Oral Surg**, Copenhagen, v.1, n.5, p.272-281, 1972.
9. ARENS, D.E., ADAMS, W.R., CASTRO, R.A. **Endodontic surgery**. Philadelphia: Harper & Row, 1981. p.125-129.
10. _____. et al. **Practical lessons in endodontic surgery**. Carol Stream: Quintessence Publishing Company, 1998. 224p.
11. BADER, G., LEJEUNE, S. Prospective study of two retrograde endodontic apical preparations with and without the use of CO₂ laser. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.14, n.2, p.75-8, Apr. 1998.
12. BARNES, I.E. Replica models for scanning electron microscope. A new impression technique. **Br Dent J**, London, v.133, n.17, p.337-342, Oct. 1972.
13. BELING, K.L. et al. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation of gutta-percha filled canals. **J Endod**, Baltimore, v.23, n.5, p.323-326, May 1997.
14. BELLIZZI, R., LOUSHINE, R. Adjuncts to posterior endodontic surgery. **J Endod**, Baltimore, v.16, n.12, p.604-606, Dec. 1990.

15. BELLIZZI, R., LOUSHINE, R. **A clinical atlas for endodontic surgery.** Lombard: Quintessence Publishing Company, 1991. 135p.
16. BERNABÉ, P.F.E. **Comportamento dos tecidos periapicais após apicectomia e obturação retrógrada. Influência do material obturador e das condições do canal radicular. Estudo histológico em dentes de cães.** Bauru, 1981. 124p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
17. _____. **Estudo histopatológico realizado em dentes de cães com lesão periapical após apicectomia e tratamento endodôntico via retrógrada. Influência do nível da obturação e do material obturador.** Araçatuba, 1994. 352p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista.
18. _____, HOLLAND, R. Cirurgia parendodôntica: quando indicar e como realizá-la. In: GONÇALVES, E.A.N., FELLER, C. **Atualização na clínica odontológica: a prática da clínica geral.** São Paulo: Artes Médicas, 1998. p.217-254.
19. _____. et al. Influência do smear layer sobre a superfície dentinária exposta após a realização da apicectomia: removê-lo ou não? **Rev Bras Odont**, Rio de Janeiro, v.56, p.120-125, 1999.
20. BERTRAND, G., FESTAL, F., BARAILLY, R. Use of ultrasound in apicoectomy. **Quintessence Int.**, Berlin, v.7, n.4, p.9-12, Apr. 1976.

21. BORRA, R.C. **Manual de utilização do sistema de processamento e análise de imagem Imagelab**. 1998. p.9.
22. BRAMANTE, C.M., BERBERT, A., BERNARDINELLI, N. Retro instrumentação e retro obturação. **RGO**, Porto Alegre, v.40, p.38-40, 1992.
23. _____, BRAMANTE, A., BERNARDINELLI, N. Características do Preparo apical para obturação retrógrada realizada com ultra-som. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, São Paulo, v.52, n.3, p.221-223, 1998.
24. BRENT, P.D. et al. Evaluation of diamond coated ultrasonic instruments for root-end preparation. **J Endod**, Baltimore, v.25, n.4, p.283, Apr. 1999. [Abstract OR5]
25. BRIGGS, P.F.A., GULABILAVA, K, STOCK, C.J.R. The dentine-removing characteristics of an ultrasonically energized K-file. **Int Endod J**, Oxford, v.22, n.6, p.259-268, Nov. 1989.
26. BROWN, D.C. Advances in endodontic surgery: part 1. **Dent Update**, London, v.22, n.7, p.298-302, Sept. 1995.
27. BUSH, J.B., WAITE, D.E. Evaluation of surgical endodontic procedures. **Dent Radiogr Photogr**, Rochester, v.35, p.11-19, 1962.
28. CALZONETTI, K.J.et al. Ultrasonic root end cavity preparation assessed by na in situ impression technique. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod**, Saint Louis, v.85, n.2, p.210-215, Feb. 1998.

29. CAMERON, J.A. Factors affecting the clinical efficiency of ultrasonic endodontics: a scanning electron microscopy study. **Int Endod J**, Oxford, v.28,n.1, p.47-53, Jan. 1995.
30. _____. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. **J Endod**, Baltimore, v.9, n.7, p.289-292, July 1983.
31. CARR, G.B. Advanced techniques and visual enhancement for endodontic surgery. **Endod Rep**, v.7, p.6-9, 1992.
32. _____. Common errors in periradicular surgery. **Endod Rep**, v.8, p.12-15, 1993.
33. _____. Microscopes in endodontics. **J Calif Dent Assoc**, Sacramento, v.20, p.55-61, 1992.
34. _____. Surgical endodontics. In: COHEN, S., BURNS R.C. **Pathways of the pulp**. 6.ed. Saint Louis: C. V. Mosby Company, 1994. p.531-567.
35. _____. Ultrasonic root end preparation. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v.41, n.3, p.541-583, July 1997.
36. CARRIGAN, P.J. et al. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. **J Endod**, Baltimore, v.10, n.8, p.359-363, Aug. 1984.

37. CARVALHO SILVA, E. Cirurgia em endodontia. In: DE DEUS, Q.D. **Endodontia**. 5.ed. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica, 1992. p.641-682.
38. CHALFIN, H., KELLERT, M., WESELEY, P. Postsurgical endodontics. **J Endod**, Baltimore, v.19, n.6, p.307-311, June 1993.
39. CHIVIAN, N. Surgical endodontics: a conservative approach. **J N J Dent Soc**, v.40, n.6, p.234-244, Feb. 1969.
40. COSTOYAS, N.R. Notes sur l'apicectomie. **Rev Stomatol**, Paris, v.63, p.745-52, 1962. Apud GUTMANN, J.L., HARRISON J.W. Op. cit. Ref. 69.
41. CRAIG, K.R., HARRISON, J.W. Wound healing following demineralization of resected root ends in periradicular surgery. **J Endod**, Baltimore, v.19, n.7, p.339-347, July 1993.
42. CRAIG, R.G., WARD, M.L. **Restorative dental materials**. 10.ed. Saint Louis: C. V. Mosby Company, 1996. p.296-314.
43. CRANG, R.F.E., KLOMPARENS, K.L. **Artifacts in biological electron microscopy**. New York: Plenum Press, 1988. p.107-129.
44. CUMMINGS, R.R. et al. Endodontic surgery. In: INGLE, J.I., TAINTOR, J.F. **Endodontics**. 3.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985. p.619-701.

45. CUNNINGHAM, W.T., MARTIN, H, PELLEU, G.B. A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.54, n.2, p.238-241, Aug. 1982.
46. DAVIS, S.R., BRAYTON, S.M., GOLDMAN, M. The morphology of the prepared root canal. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.34, n.4, p.642-648, Oct. 1972.
47. DEVALL, R., et al. Cutting characteristics of a sonic root-end preparation instrument. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.12, n.2, p.96-99, Apr. 1996.
48. DUARTE, M.A.H.et al. Fraturas apicais associadas a métodos de retropreparação cavitária. **Rev Fac Odont Lins**, v.10, n.2, p.6-9, jul./dez. 1997.
49. DUCLOS, J.I. Indications et technique des diverses methodes d'obturation des canaux par voie apicale. **Rev Stomatol**, Paris, v.36, p.767-768, 1934. Apud BERNABÉ, P.F.E. Op. cit. Ref. 17.
50. ENGEL, T.K., STEIMAN, H.R. Preliminary investigation of ultrasonic root end preparation. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.9, p.443-445, Sept. 1995.
51. FARRAR, N.J. Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth. **Dent. Cosmos**, Philadelphia, v.26, p.79-81, 1884. Apud GUTMANN, J.L., HARRISON J.W. Op. cit. Ref. 69.

52. FLATH, R.K., HICKS, M.L. Retrograde instrumentation and obturation with new devices. **J Endod**, Baltimore, v.13, n.11, p.546-549, Nov. 1987.
53. FONG, C.D. A sonic instrument for retrograde preparation. **J Endod**, Baltimore, v.19, n.7, p.374-375, July 1993.
54. FRANK, R.J., ANTRIM, D.D., BAKLAND, L.K. The effect of cavity preparations on root apexes. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.12, n.2, p.100-103, Apr. 1996.
55. FRIEDMAN, S. Retrograde approaches in endodontic therapy. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.7, n.3, p.97-107, June 1991.
56. _____, ROTSEIN, I., MAHAMID, A. In vivo efficacy of various retrofills and CO₂ laser in apical surgery. **Endod Dent Traumatol**, Oxford, v.7, n.1, p.19-25, Feb. 1991.
57. _____. et al. Dye leakage in retrofilled dog teeth and its correlation with radiographic healing. **J Endod**, Baltimore, v.17, n.8, p.392-395, Aug. 1991.
58. GARTNER, A.H., DORN, S.O. Advances in endodontic surgery. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v.36, n.2, p.357-378, Apr. 1992.
59. GILHEANY, P.A., FIDGOR, D., TYAS, M.J. Apical dentin permeability microleakage associate with root end resection and retrograde filling. **J Endod.**, v.20, n.1, Jan, p.22-26, 1994.

60. GONDIM JR., E., MURGEL, C.A.F., SOUZA FILHO, F.J. Surgical operating microscope: the new frontier of XXI century clinical dentistry. **Rev FOLA/ORAL**, São Paulo, v.3, p.147-152, 1997.
61. GRAYSTON, L.D.S.I. On the treatment of alveolar abscess. **Br Dent J**, London, v.8, p.10-4, 1887. Apud GUTMANN, J.L., HARRISON J.W. Op. cit. Ref. 69.
62. GREEN, D. Double canals in single roots. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.35, n.5, 689-696, May 1973.
63. GROSSMAN, L.I., OLIET, S., DEL RIO, C.E. **Endodontic Practice**. 11.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1988. Cap.17: : Endodontic surgery, p.289-312.
64. GRUNDY, J.R. An intra-oral replica technique for use with the scanning electron microscope. **Br Dent J**, London, v.130, n.2, p.113-117, Jan. 1971.
65. GUTMANN, J.L. Principles of endodontic surgery for the general practitioner. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v.28, n.4, p.895-908, Oct. 1984.
66. _____, HARRISON J.W. Posterior endodontic surgery: anatomical considerations and clinical techniques. **Int Endod J**, Oxford, v.18, n.1, p.8-34, Jan. 1985.
67. _____, _____. **Surgical endodontics**. Cambridge: Blackwell Scientific Publications, 1991. 468p.

68. GUTMANN, J.L., PITT FORD, T.R. Management of the resected root end: a clinical review. **Int Endod J**, Oxford, v.26, n.5, p.273-283, Sept. 1993.
69. _____. et al. Ultrasonic root-end preparation Part 1. SEM analysis. **Int Endod J**, Oxford, v.27, n.6, p.318-324, Nov. 1994.
70. HARRISON, J.W., TODD, M.J. The effect of root resection on the sealing property of root canal obturations. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Luis, v.50, n.3, p.264-272, Sept. 1980.
71. HEPWORTH, M.J., FRIEDMAN, S. Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. **J Can Dent Assoc**, Ottawa, v.63, n.5, p.364-371, May 1997.
72. HIRSCH, J.M. et al. Periapical surgery. **Int J Oral Surg**, Copenhagen, v.8, n.3, p.173-185, June 1979.
73. HOLCOMB, J.Q., PITTS, D.L., NICHOLLS, J.I. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. **J Endod**, Baltimore, v.13, n.6, p.277-284, June 1987.
74. HOLLAND, R. et al. Estudo in vitro da infiltração marginal após obturação retrógrada ou apicectomia. **Rev Fac Odont Araçatuba**, v.3, p.23-28, 1974.
75. HSU, Y.Y., KIM, S. The resected root surface: the issue of canal isthmuses. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v.41, n.3, p.529-540, July 1997.

76. HUNTER, W. The role of sepsis and of antisepsis in medicine. **Dent Cosmos**, Philadelphia, v.60, p.585-602, 1918.
77. JOHNSON, T.A., ZELIKOW, R. Ultrasonic endodontics: a clinical review. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.114, n.5, p.655-657, May 1987.
78. JONES, C.C. Periapical surgery in army life. **Oral Health**, v.31, p.77-80, 1941. Apud GUTMANN, J.L., HARRISON J.W., 1991, p.30.
79. KELLERT, M., SOLOMON, C., CHALFIN, H. A modern approach to surgical endodontics: Ultrasonic apical preparation. **N Y State Dent J**, New York, v.60, n.6, p.25-28, June/July 1994.
80. KELLS, C.E. Replanting vs. apicoectomy. **Dent Cosmos**, Philadelphia, v.60, p.473-482, 1918.
81. KIM, S. Principles of endodontic microsurgery. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v.41, n.3, p.481-497, July 1997.
82. KUTTLER, Y. **Endodoncia prática**. México: Alpha, 1961. 292p.
83. LAYTON, C.A. et al. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation. **J Endod**, Baltimore, v.22, n.2, p.157-160, Apr. 1996.

84. LEAL, J.M., BAMPA, J.U. Cirurgias parestodônticas: indicações, contra-indicações, modalidades cirúrgicas. In: LEONARDO, M.R., LEAL, J.M. **Endodontia : tratamento de canais radiculares**. 3.ed. São Paulo: Medicina Panamericana, 1998. p.737-801.
85. LEV, R. et al. An in vitro comparison of step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique for 1 and 3 minutes. **J Endod**, Baltimore, v.13, n.11, p.523-530, Nov. 1987.
86. LIN, C.P. et al. The quality of ultrasonic root-end preparation: A quantitative study. **J Endod**, Baltimore, v.24, n.10, p.666-670, Oct. 1998.
87. LIN, L.M., GAENGLER, P., LANGELAND, K. Periradicular curettage. **Int Endod J**, Oxford, v.29, n.4, p.220-227, July 1996.
88. LINDAUER, P.A. et al. Vertical root fractures in curved roots under simulated clinical conditions. **J Endod**, Baltimore, v.15, n.8, p.345-349, Aug. 1989.
89. LLOYD, A. et al. Microleakage of diaket and amalgam in root-end cavities prepared using Micromega sonic retro-tips. **Int Endod J**, Oxford, v.30, n.3, p.196-204, May 1997.
90. _____. et al. Root-end cavity preparation using Micromega sonic retro-tip™. SEM analysis. **Int Endod J**, Oxford, v.29, n.5, p.295-301, Sept. 1996.
91. LUEBKE, R.G. Surgical endodontics. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v.18, n.2, p.379-391, Apr. 1974.

92. LUEBKE, R.G., GLICK, D.H., INGLE, J.I. Indications and contraindications for endodontic surgery. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.18, n.1, p.97-113, July 1964.
93. LUKS, S.J. Root end amalgam technic in the practice of endodontics. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.53, p.424-428, Oct. 1956.
94. MARTIN, H. Ultrasonic disinfection of the root canal. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.42, n.1, p.92-99, July 1976.
95. _____, CUNNINGHAM, W.T. Endosonic endodontics: the ultrasonic synergistic system. **Int Dent J**, Guildford, v.34, n.3, p.198-203, Sept. 1984.
96. _____, _____, NORRIS, J.P. A quantitative comparison of the ability of diamond and K-type files to remove dentin. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.50, n.6, p.566-568, Dec. 1980.
97. MATTISON, G.D. et al. Microleakage of retrograde amalgams. **J Endod**, Baltimore, v.11, n.8, p.340-345, Aug. 1985.
98. MAUGER, M.J., SCHINDLER, W.G., WALKER III, W.A. An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. **J Endod**, Baltimore, v.24, n.9, p.607-609, Sept. 1998.
99. MCDONALD, N.J., DUMSHA, T.C. A comparative retrofill leakage study utilizing a dentin bonding material. **J Endod**, Baltimore, v.13, n.5, p.224-227, May 1987.

100. MCDONALD, N.J., HOVLAND, E.J. Surgical endodontics. In: WALTON R.E., TORABINEJAD M. **Principles and practice of endodontics**. 2.ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1996. p.403-422.
101. MORGAN, L.A., MARSHALL, J.G. A scanning electron microscopic study of in vivo ultrasonic root-end preparations. **J Endod**, Baltimore, v.25, n.8, p.567-570, Aug. 1999.
102. _____, _____. The topography of root ends resected with fissure burs and refined with two types of finishing burs. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod**, Saint Louis, v.85, n.5, 585-591, May 1998.
103. MICHANOWICZ, A.E., ARCHER, W.H. Surgical Endodontics. In: ARCHER, W.H. **Oral and maxillofacial surgery**. 5.ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1975. p.391-404.
104. MIN, M.M. et al. In vitro evaluation of effects of ultrasonic root-end preparation on resected root surfaces. **J Endod**, Baltimore, v.23, n.10, p.624-628, Oct. 1997.
105. MURGEL, C.A.F., GONDIM JR, E., SOUZA FILHO, F.J. Microscópio cirúrgico: a busca da excelência na clínica odontológica. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, São Paulo, v.51, p.31-35, 1997.
106. NAIR, P.N.R. Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. **J Endod**, Baltimore, v.13, n.1, p.29-39, Jan. 1987.

107. NAIR, P.N.R., et al. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: A long-term term light and electron microscopic follow-up study. **J Endod**, Baltimore, v.16, n.12, p.580-588, Dec. 1990.
108. NEDDERMAN, T.A., HARTWELL, G.P., PORTELL, F.R. A comparison of root surfaces following apical root resection with various burs: scanning electron microscopic evaluation. **J Endod**, Baltimore, v.14, n.9, p.423-427, Sept. 1988.
109. NICHOLLS, E. The role of surgery in endodontics. **Br Dent J**, London, v.118, n.2, p.59-67, Jan. 1965.
110. NOVELLI, M.D., BORRA, R.C. Digitação de imagens e análise dos tons de cinza na padronização das variáveis biológicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS, 7. 1990, Pirassununga. **Anais ...** Pirassununga: SBPqO, 1990. p.106.
111. ONNINK, P.A., DAVIS, R.D., WAYMAN, B.E. An in vitro comparison of incomplete root fractures associated with three obturation techniques. **J Endod**, Baltimore, v.20, n.1, p.32-37, Jan. 1994.
112. PANNKUK, T.F. Endodontic surgery: the treatment phase and wound healing. Part II. **Endod Rep**, v.7, p.14-19, 1992.
113. PECORA, G., ANDREANA, S. Use of dental operating microscope in endodontic surgery. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.75, n.6, p.751-758, June 1993.

114. PINEDA, F. Roentgenographic investigation of the mesiobuccal root of the maxillary first molar. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.36, n.2, p.253-260, Aug. 1973.
115. PITT FORD, T.R. The effects on the periapical tissues of bacterial contamination of the filled root canal. **Int Endod J**, v.15, n.1, p.16-22, Jan. 1982.
116. POSTLE, H.H. Ultrasonic cavity preparation. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.8, p.153-160, 1958.
117. RICHMAN, M.J. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. **J Dent Med**, New York, v.12, p.12-18, 1957.
118. RING, M.E. **Dentistry: An illustrated history**. New York: Abradale Press/ Saint Louis, C. V. Mosby Company, 1993. 320p.
119. RUBINSTEIN, R., KIM, S. Short term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operating microscope and super-EBA as root end filling material. **J Endod**, Baltimore, v.25, n.1, p.43-48, Jan. 1999.
120. RUD, J., ANDREASEN, J.O. Operative procedures in periapical surgery with contemporaneous root filling. **Int J Oral Surg**, Copenhagen, v.1, n.6, p.297-310, 1972.
121. _____, _____. A study of failures after endodontic surgery by radiographic, histologic and stereomicroscopic methods. **Int J Oral Surg**, Copenhagen, v.1, n.6, p.311-328, 1972.

122. SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M., GUTMANN J.L. Ultrasonic root-end preparation. Part 2. Microleakage of EBA root-end fillings. **Int Endod J**, Oxford, v.27, n.6, p.235-239, Nov. 1994.
123. SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v.18, n.2, p.270-271, Apr. 1974.
124. SCHOEFFEL, G.J. Apicoectomy and retroseal procedures for anterior teeth. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v.38, n.2, p.301-324, Apr. 1994.
125. SHOVELTON, D.S. The presence and distribution of microorganisms within non-vital teeth. **Br Dent J**, London, v.117, p.101-107, 1964.
126. SILVA, L.G. et al. Análise computadorizada de três técnicas para obtenção de radiografias periapicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS, 13. 1996, Águas de São Pedro. **Anais ... Águas de São Pedro: SBPqO**, 1996. p.63.
127. SILVEIRA, F.R.X. et al. Digitized clinical images storage and transmission trough local network. **J Dent Res**, Washington, v.74, p.78, 1995. [Abstract].
128. SMITH, N. A histological study of the root end after apicectomy. **Aust Dent J** Saint Leonards, v.12, n.6, p.586-590, Dec. 1967.
129. SOLTANOFF, Apical sealing procedures. **J Br Endod Soc**, London, v.7, p.12-16, 1974.

130. SOMMER, R.F. Essentials for successful root resection. **Am J Orthod Oral Surg**, Saint Louis, v.32, p.76-100, 1946.
131. _____, OSTRANDER, F.D., CROWLEY, M.C. **Clinical Endodontics**. 3.ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1966. p.367-405.
132. STABHOLZ, A. et al. Effect of Nd:YAG laser on apical seal of teeth after apicoectomy and retrofill. **J Endod**, Baltimore, v.18, n.8, p.371-375, Aug. 1992.
133. STOCK, C.J.R. Current status of the use of ultrasound in endodontics. **Int Dent J**, Guilford, v.41, n.3, p.175-182, June 1991.
134. SUMI, Y. et al. Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results. **J Oral Maxillofac Surg**, Orlando, v.54, n.5, p.590-593, May 1996.
135. TANGERUD, B.J. Den retrograde rotbehandling ved alveotomi. **Nor Tannlaegeforen Tid.**, v.49, p.170-175, 1939. Apud GUTMANN, J.L. et al. Op. cit. Ref. 71.
136. TAYLOR, G.N., ILL, M., BUMP, R. Endodontic considerations associated with periapical surgery. **Oral Surg Oral Med Oral Path**, Saint Louis, v.58, n.4, p.450-455, Oct. 1984.

137. TIDMARSH, B.G., ARROWSMITH, M.G. Dentinal tubules at the root ends of apicected teeth: a scanning electron microscopic study. **Int Endod J**, Oxford, v.22, n.4, p.184-189, July 1989.
138. TORABINELAD M., WATSON T.F., PITT FORD, T.R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **J Endod**, Baltimore, v.19, n.12, p.591-595, Dec. 1993.
139. TRONSTAD, L., BARNETT, F, CERVONE, F. Periapical bacteria plaque in teeth with refractory to endodontic treatment. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.6, n.2, p.73-77, Apr. 1990.
140. VAN MIERLO, B., ABEDI, H., TORABINEJAD, M. Preparation of root-end resin replicas for SEM examination. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.4, p.224, Apr. 1995. [Abstract RS38].
141. VON ARX, T. et al. Preliminary results and analysis of a new set of sonic instruments for root-end cavity preparation. **Int Endod J**, Oxford. v.31, n1, p.32-38, Jan. 1998.
142. VON HIPPEL, R. Zur technik der granulomoperation. **Dtsch Monatsschr Zahnheilkd**, v.32, p.255-265, 1914. Apud GUTMANN, J.L., HARRISON J.W. Op. cit. Ref. 69.
143. WALMSLEY, A.D., LAIRD, W.R.E., LUMLEY, P.J. Ultrasound in dentistry. Part 2- periodontology and endodontics. **J Dent**, Chicago, v.20, n.1, p.11-17, Feb. 1992.

144. WALMSLEY, A.D., LUMLEY, P.J., LAIRD, W.R.E. The oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. **Int Endod J**, Oxford, v.22, n.3, p.125-132, May 1989.
145. _____, THOMAS, A., LUMLEY P.J. The cutting efficiency of endosonic K-files. **J Endod**, Baltimore, v.17, p.189, 1991.
146. WALSH, T.F., BASU, M.K. Evaluation of replica techniques for the surface ultrastructure of rodent and human palatal mucosa. **Arch Oral Biol**, Oxford, v. 32, n.10, p.735-740, 1987.
147. _____, WALMSLEY, A.D., CARROTE, P.V. Scanning electron microscopic investigation of changes in the dentogingival area during experimental gingivitis. **J Clin Periodontol**, Copenhagen, v.18, n.1, p.20-25, Jan. 1991.
148. WALTON, R.E. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. **J Endod**, Baltimore, v.2, n.10, p.304-311, Oct. 1976.
149. _____, ARDJMAND, K. Histologic evaluation of the presence of bacteria in induced periapical lesions in monkeys. **J Endod**, Baltimore, v.18, n.5, p.216-221, May 1992.
150. WAPLINGTON, M., LUMLEY, P.J., WALMSLEY, A.D. Incidence of root face alteration after ultrasonic retrograde cavity preparation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod**, Saint Louis, v.83, n.3, p.387-392, Mar. 1997.

151. WAPLINGTON, M. et al. Cutting ability of an ultrasonic retrograde cavity preparation instrument. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.11, n.4, p.177-180, Aug. 1995.
152. _____. et al. Cutting ability of an ultrasonic root-end cavity preparation instrument. **J Dent Res**, Washington, v.74, p.532, 1995. [Abstract 1056].
153. WEAVER, S.M. Root canal treatment with visual evidence of histologic repair. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.35, p.483-497, Oct. 1947.
154. WEINBURGER, B.W. **An introduction to the history of dentistry**. Saint Louis: C. V. Mosby Company, 1948. p.71. Apud SCHOEFFEL, G. J. Op. cit. Ref. 127.
155. WEINE, F.S., GERSTEIN H. Periapical surgery. In: WEINE F.S. **Endodontic therapy**. 4.ed. Saint Louis: C. V. Mosby Company, 1989. p.446-519.
156. WELLER, R.N., NIEMCZYK, S.P., KIM, S. Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesio Buccal root of the maxillary first molar. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.7, p.380-383, July 1995.
157. WOLF, J. **Dtsch Zahn- Mundu Kieferheilk**, v.7, p.265, 1940. Apud BARNES, I. E. Op. cit. Ref. 12.
158. WONG, W.S. et al. A comparison of apical seals achieved using retrograde amalgam fillings and the Nd:YAG laser. **J Endod**, Baltimore, v.20, n.12, p.595-597, Dec. 1994.

159. WUCHENICH, G.W., MEADOWS, D., TORABINEJAD, M. A comparison between two root end preparation techniques in human cadavers. **J Endod**, Baltimore, v.20, n.6, p.279-282, June 1994.

9. ANEXOS

9.1. Avaliação das réplicas pré-operatórias com o programa de análise de imagens

9.1.1. Cálculo de áreas

Os valores das áreas calculadas das réplicas pré-operatórias estão expressos na forma de tabelas (Tabelas 18, 19, 20, 21 e 22).

Tabela 18. Valores das três áreas calculadas expressas em mm² das raízes do Grupo I (caninos superiores).

N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral	N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral
01	5,5075	0,1471	5,3604	45	11,1763	0,1012	11,0751
02	5,0308	0,1049	4,9259	49	9,0809	0,1573	8,9236
15	7,6222	0,1154	7,5068	54	10,1327	0,2385	9,8942
16	5,4244	0,0996	5,3248	60	10,4563	0,2317	10,2246
29	13,4237	0,1987	13,225	64	12,1496	0,216	11,9336
30	9,9155	0,1393	9,7762	68	7,3916	0,1808	7,2108
35	10,608	0,1332	10,4748	70	9,8458	0,2018	9,644
37	6,4608	0,1121	6,3487	93	11,4205	0,2985	11,122
43	9,5175	0,2952	9,2223	94	6,0767	0,0955	5,9812
44	8,2428	0,222	8,0208				

Tabela 19. Valores das três áreas calculadas expressas em mm² das raízes do Grupo II (caninos inferiores).

N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral	N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral
07	11,0838	0,1892	10,8946	40	11,2226	0,1665	11,0561
08	6,9835	0,0792	6,9043	41	7,3415	0,0824	7,2591
09	10,0538	0,3963	9,6575	42	9,4163	0,1429	9,2734
10	9,0394	0,1621	8,8773	50	8,657	0,2595	8,3975
11	10,4753	0,2046	10,2707	59	5,5811	0,1194	5,4617
12	6,7507	0,2006	6,5501	66	11,5066	0,2497	11,2569
19	11,4337	0,2405	11,1932	67	8,9398	0,5104	8,4294
20	9,1205	0,1458	8,9747	75	9,6184	0,3714	9,247
23	5,8279	0,1328	5,6951	106	9,1031	0,5858	8,5173
24	5,2597	0,1151	5,1446				

Tabela 20. Valores das três áreas calculadas expressas em mm² das raízes do Grupo III (incisivos centrais superiores).

N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral	N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral
05	8,7429	0,1586	8,5843	73	10,4015	0,3575	10,044
18	9,3586	0,1633	9,1953	98	11,3821	0,3632	11,0189
31	9,381	0,3906	8,9904	99	10,965	0,5727	10,3923
39	11,696	0,55	11,146	101	7,5599	0,2094	7,3505
46	6,33	0,2206	6,1094	102	5,0362	0,145	4,8912
56	14,2372	0,3676	13,8696	108	9,5552	0,1764	9,3788
61	7,79	0,1252	7,6648	109	12,1091	0,2062	11,9029
62	9,0872	0,3175	8,7697	110	7,3293	0,1693	7,16
63	11,4611	0,15	11,3111	111	4,8153	0,0803	4,735
69	10,4965	0,3415	10,155				

Tabela 21. Valores das três áreas calculadas expressas em mm² das raízes do Grupo IV (incisivos laterais superiores).

N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral	N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral
03	5,9544	0,1881	5,7663	91	6,434	0,0978	6,3362
04	3,0189	0,0735	2,9454	92	9,9382	0,1351	9,8031
25	5,3978	0,1525	5,2453	95	6,9323	0,083	6,8493
26	5,8718	0,0819	5,7899	96	8,9368	0,0872	8,8496
32	8,276	0,1255	8,1505	97	9,5449	0,275	9,2699
33	12,0626	0,0622	12,0004	103	10,0469	0,3142	9,7327
36	7,7779	0,1566	7,6213	104	8,0879	0,092	7,9959
47	7,4851	0,2428	7,2423	105	8,8577	0,1563	8,7014
48	12,3286	0,344	11,9846	107	7,2883	0,1853	7,103
71	8,2657	0,2196	8,0461				

Tabela 22. Valores das três áreas calculadas expressas em mm² das raízes do Grupo V (incisivos inferiores).

N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral	N. da Raiz	A. total	A. canal	A. mineral
06	9,3401	0,1614	9,1787	51	8,379	0,066	8,313
13	4,2187	0,067	4,1517	53	5,0656	0,139	4,9266
14	8,4783	0,2927	8,1856	55	6,0726	0,1277	5,9449
17	6,0517	0,0688	5,9829	57	5,3938	0,1033	5,2905
21	5,8555	0,133	5,7225	58	8,7494	0,178	8,5714
22	6,6578	0,1334	6,5244	65	5,7856	0,1239	5,6617
27	7,2172	0,0798	7,1374	72	7,0617	0,0956	6,9661
28	9,3699	0,1635	9,2064	74	8,1449	0,2514	7,8935
34	7,9506	0,2029	7,7477	100	8,9474	0,269	8,6784
38	6,3494	0,1842	6,1652				

9.1.2. Cálculo de distâncias

Os valores das distâncias calculadas (aumento de 18x) pré-operatórias das distâncias X, X1, Y, Y1, A, B, C e D de todas as réplicas foram expressas na forma de tabelas (Tabelas 23, 24, 25, 26 e 27).

Tabela 23. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo I (caninos superiores).

Raiz	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D
01	0,85	0,76	1,21	1,7	1,96	3,33	0,35	0,42
02	0,92	0,62	1,6	1,13	1,88	3,12	0,34	0,39
15	1,36	1	1,37	1,72	2,72	3,52	0,36	0,43
16	1,09	0,96	1,27	1	2,37	2,67	0,35	0,4
29	1,27	2,08	1,89	1,62	3,85	4,08	0,5	0,57
30	1,4	1,4	1,71	1,81	3,22	3,96	0,42	0,44
35	1,5	1,34	1,51	1,95	3,12	3,94	0,28	0,48
37	0,84	1,02	1,68	1,4	2,08	3,61	0,22	0,53
43	0,86	1,47	1,52	1,67	2,82	3,96	0,49	0,77
44	0,93	0,81	0,9	2,37	2,16	3,93	0,42	0,66
45	1,17	1,75	2,21	1,89	3,24	4,5	0,32	0,4
49	1,03	1,46	1,52	1,99	2,91	3,9	0,42	0,39
54	0,97	0,97	2,18	2,01	2,32	4,84	0,38	0,65
60	1,58	1,25	1,51	1,98	3,33	4	0,5	0,51
64	1,21	1,62	2,48	1,58	3,33	4,58	0,5	0,52
68	0,83	1,11	1,46	1,59	2,36	3,59	0,42	0,54
70	0,92	1,28	1,88	1,83	2,57	4,36	0,37	0,65
93	1,04	1,12	2,3	2	2,65	4,98	0,49	0,68
94	1,02	0,96	1,35	1,57	2,31	3,27	0,33	0,35

Tabela 24. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo II (caninos inferiores).

Raiz	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D
07	1,5	1,23	1,59	2,14	3,1	4,37	0,37	0,64
08	0,9	1,23	1,7	1,48	2,38	3,53	0,25	0,35
09	1,22	0,9	1,66	1,68	2,47	4,62	0,35	1,28
10	1,19	1,09	1,59	1,86	2,61	4,07	0,33	0,62
11	1,09	1,4	2,15	1,7	2,8	4,66	0,31	0,81
12	0,96	0,88	1,44	1,49	2,16	3,64	0,32	0,71
19	1,33	1,33	1,9	1,7	3,15	4,24	0,49	0,64
20	1,11	1,21	1,99	1,6	2,8	4,02	0,48	0,43
23	1,21	0,75	1,53	1,1	2,35	3,05	0,39	0,42
24	0,92	0,86	1,23	1,27	2,13	2,91	0,35	0,41
40	1,48	1,5	1,8	1,8	3,38	4,07	0,4	0,47
41	0,72	1,07	1,8	1,77	2,07	3,96	0,28	0,39
42	1,2	1,35	1,77	1,68	2,96	3,9	0,41	0,45
50	0,97	1,01	1,51	1,78	2,31	4,24	0,33	0,95
59	0,9	0,86	1,19	1,26	1,82	3,56	0,06	1,11
66	1,28	1,6	1,61	1,82	3,37	4,08	0,49	0,65
67	0,97	1,51	1,33	1,44	3,11	3,44	0,63	0,67
75	0,81	1,15	2,03	1,38	2,56	4,21	0,6	0,8
106	1,04	0,79	1,89	1,51	2,44	4,35	0,61	0,95

Tabela 25. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo III (incisivos centrais superiores).

Raiz	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D
05	1,22	1,41	1,74	1,34	3,03	3,57	0,4	0,49
18	1,24	1,35	1,72	1,65	3,02	3,76	0,43	0,39
31	1,25	1,21	1,34	1,6	3,01	3,8	0,55	0,86
39	1,49	1,67	1,43	1,37	4,23	3,46	1,07	0,66
46	0,95	1,24	1,01	1,32	2,59	3	0,4	0,67
56	1,55	1,75	2,07	1,59	3,89	4,4	0,59	0,74
61	1,09	1,28	1,51	1,67	2,76	3,54	0,39	0,36
62	1,08	1,3	1,48	1,25	3	3,4	0,62	0,67
63	1,6	1,56	1,46	2,04	3,56	3,96	0,4	0,46
69	1,25	1,38	1,45	1,8	3,25	3,91	0,63	0,66
73	1,33	1,33	1,79	1,48	3,32	3,91	0,66	0,64
98	1,2	1,29	1,55	1,94	3,24	4,13	0,75	0,64
99	1,3	1,23	1,37	1,63	3,36	3,84	0,83	0,84
101	1,03	1,14	1,28	1,73	2,62	3,57	0,45	0,56
102	0,93	0,82	0,98	1,51	2,21	2,86	0,46	0,37
108	1,49	1,36	1,78	1,31	3,3	3,57	0,45	0,48
109	1,7	1,86	1,8	1,55	4	3,9	0,44	0,55
110	1,12	1,43	1,57	1,09	2,96	3,11	0,41	0,45
111	0,9	0,81	1,55	0,98	2,06	2,83	0,34	0,3

Tabela 26. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo IV (incisivos laterais superiores).

Raiz	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D
03	0,8	0,81	1,35	1,5	1,96	3,53	0,35	0,68
04	0,46	0,74	0,96	1,09	1,39	2,41	0,19	0,36
25	0,84	0,9	1,25	1,32	2,13	2,95	0,39	0,38
26	1,08	0,92	1,35	1,42	2,31	3,1	0,31	0,33
32	1,14	1,22	1,6	1,59	2,77	3,64	0,41	0,45
33	1,37	1,67	2,05	1,96	3,29	4,28	0,25	0,27
36	0,82	0,96	1,47	1,93	1,96	4,5	0,18	1,1
47	1,06	0,93	1,41	1,49	2,43	3,61	0,44	0,71
48	1,2	1,16	2,09	2,11	2,93	4,94	0,57	0,74
71	1,22	1,15	1,54	1,47	2,89	3,54	0,52	0,53
91	1	0,79	1,71	1,55	2,1	3,68	0,31	0,42
92	1,01	1,34	1,6	2,06	2,68	4,25	0,33	0,59
95	0,87	1,04	1,81	1,52	2,15	3,83	0,24	0,5
96	1,64	1,09	1,58	1,81	3,01	3,74	0,28	0,35
97	0,96	1,22	1,84	1,66	2,53	4,37	0,35	0,87
103	0,96	0,73	2,13	1,94	2,09	4,95	0,4	0,88
104	0,99	1	1,86	1,72	2,36	4,02	0,37	0,44
105	1,04	1,04	1,94	1,59	2,36	4,013	0,28	0,6
107	0,95	1,1	1,56	1,83	2,55	4,02	0,5	0,63

Tabela 27. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo V (incisivos inferiores).

Raiz	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D
06	1,11	0,8	1,98	1,96	2,2	4,59	0,29	0,65
13	0,76	0,57	1,35	1,43	1,59	3,1	0,26	0,32
14	0,77	0,77	1,73	1,94	2	4,55	0,46	0,88
17	0,74	0,81	1,38	1,73	1,9	3,38	0,32	0,27
21	0,81	0,58	1,35	1,6	1,7	3,48	0,31	0,53
22	0,8	0,78	1,54	1,93	1,86	4,05	0,28	0,58
27	0,87	0,96	1,8	1,88	2,16	3,9	0,33	0,22
28	1,1	1,09	1,66	2	2,48	4,29	0,29	0,63
34	1,16	0,74	1,22	1,46	2,11	4,14	0,21	1,46
38	0,6	0,65	1,46	1,48	1,41	4,08	0,16	1,14
51	0,74	0,75	1,17	1,24	1,66	4,68	0,17	2,27
53	0,63	0,54	1	1,15	1,34	3,77	0,17	1,62
55	0,81	0,74	1,5	1,69	1,86	3,69	0,31	0,5
57	0,94	0,65	1,58	1,36	1,87	3,38	0,28	0,44
58	0,92	0,78	1,84	1,89	1,85	4,9	0,15	1,17
65	0,79	0,75	1,48	1,55	1,81	3,62	0,27	0,59
72	0,83	0,83	1,55	1,54	2,07	3,63	0,41	0,54
74	0,88	0,96	1,71	1,64	2,27	4,12	0,43	0,77
100	0,8	0,91	1,84	1,96	2,09	4,61	0,38	0,81

9.2. Classificação do tamanho das raízes

9.2.1. Classificação das raízes pela área mineral (critério 1)

As médias das áreas minerais pré-operatórias (A. mineral) para cada grupo foram: Grupo I (caninos superiores)- 8,7470 mm²; Grupo II (Caninos inferiores)- 8,5821 mm²; Grupo III (incisivos centrais superiores)- 9,0878 mm²; Grupo IV (incisivos laterais superiores)- 7,8649 mm²; Grupo V (incisivos inferiores)- 6,9604 mm².

A distribuição das raízes em cada grupo de acordo com sua área mineral foi representada em gráficos seguindo as médias minerais representadas em milímetros quadrados (Gráficos 10, 11, 12 e 13).

Gráfico 10. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo II.

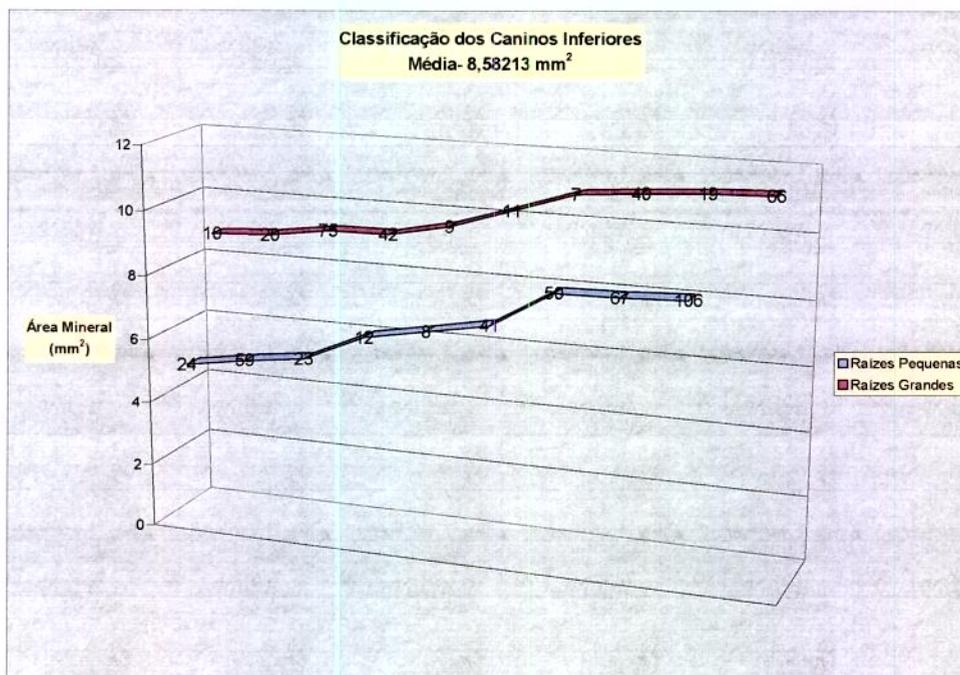


Gráfico 11. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo III.

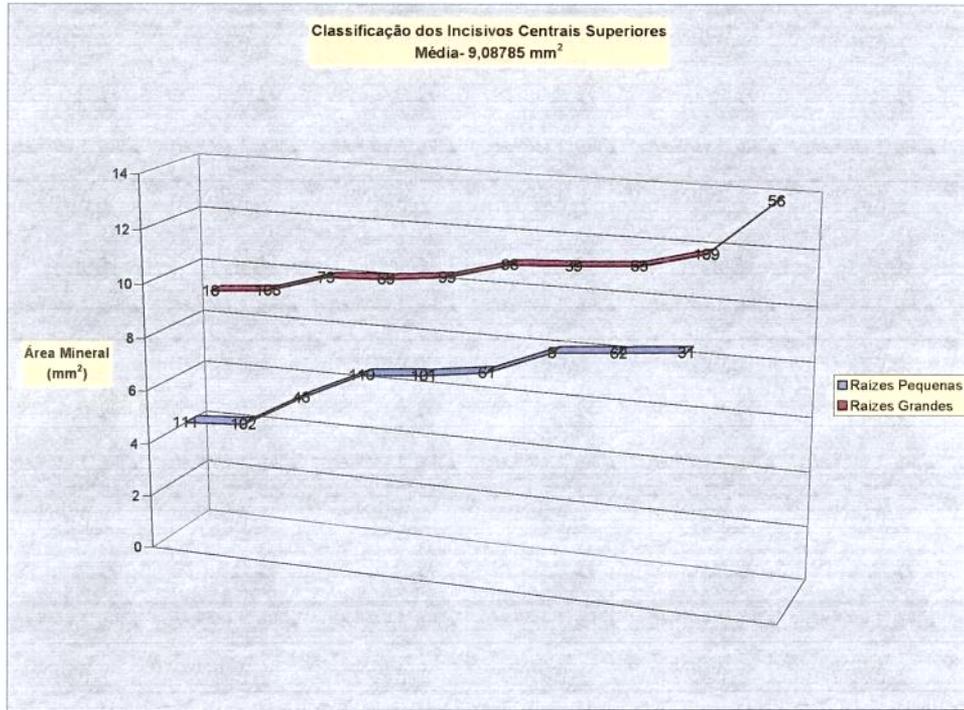
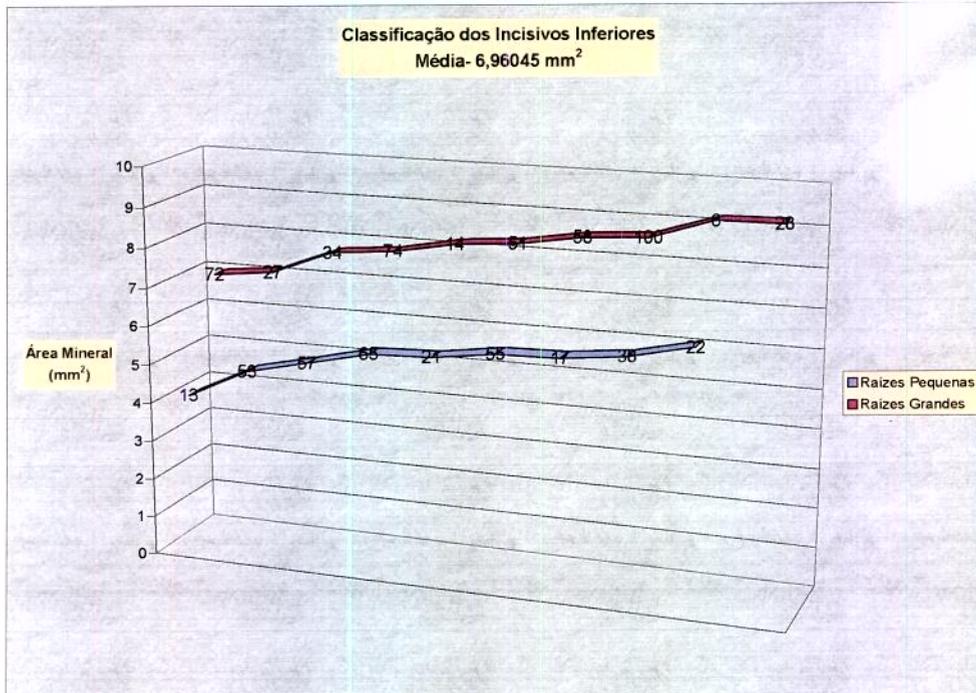


Gráfico 12. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo IV.



Gráfico 13. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo V.



9.2.2. Classificação das raízes pelas distâncias (critério 2)

Como foi explicado no capítulo quatro (Material e Métodos) as menores distâncias calculadas em milímetros de X, X1, Y e Y1 das 19 réplicas foram situadas como pontos em gráficos de dispersão para a classificação das raízes em pequenas ou grandes (Gráficos 14, 15, 16, 17). Todas as raízes (representadas por pontos) que posicionavam-se do lado inferior esquerdo dos eixos das médias no gráfico foram consideradas pequenas pois os valores de suas distâncias X ou X1 e Y ou Y1 eram menores do que a média, conseqüentemente, as raízes localizadas na parte superior direita, por terem valores acima da média foram consideradas grandes.

Gráfico 14. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo II.

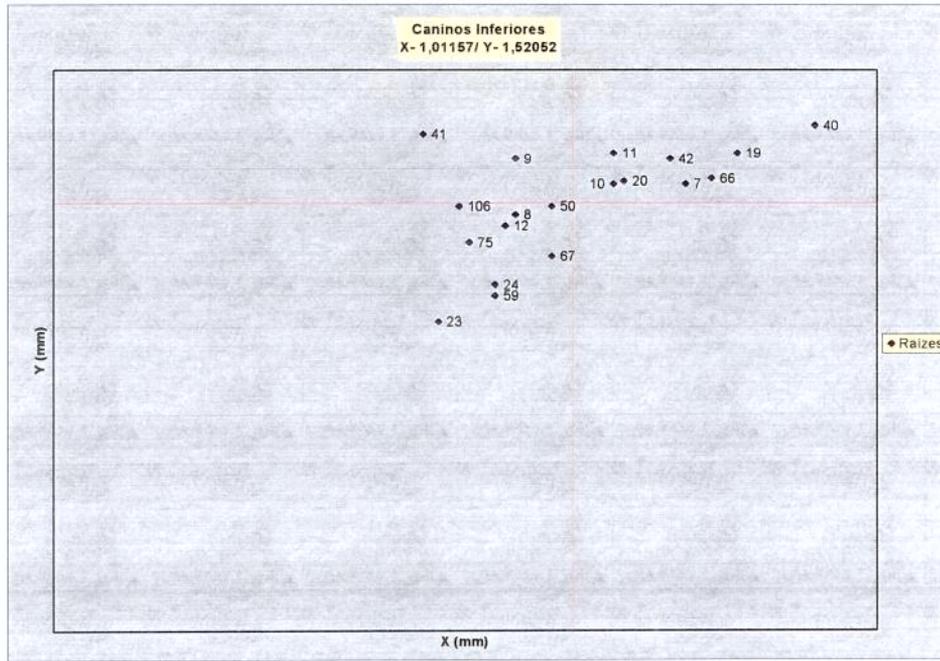


Gráfico 15. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo III.

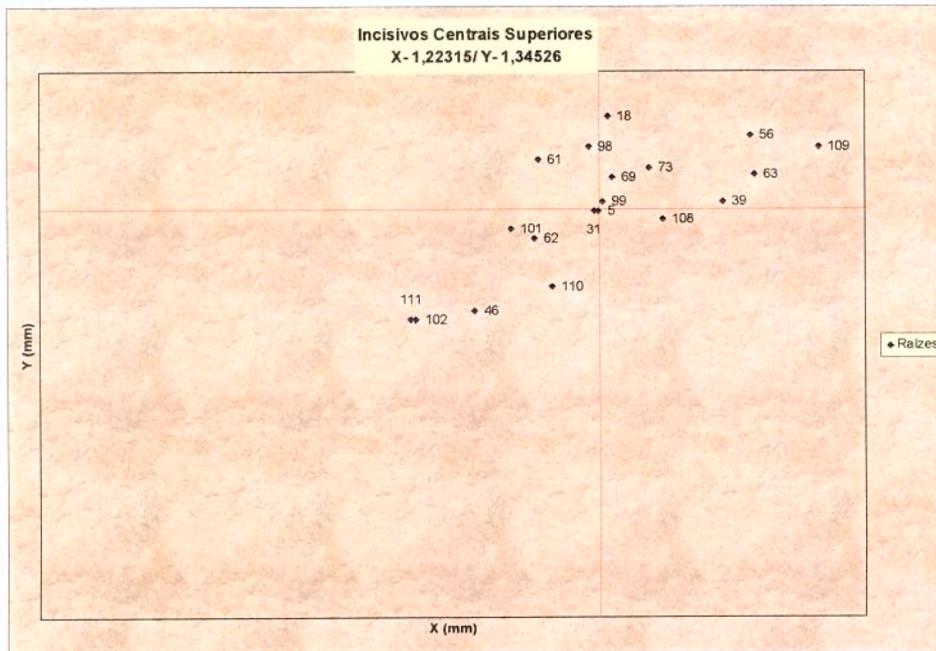


Gráfico 16. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo IV.

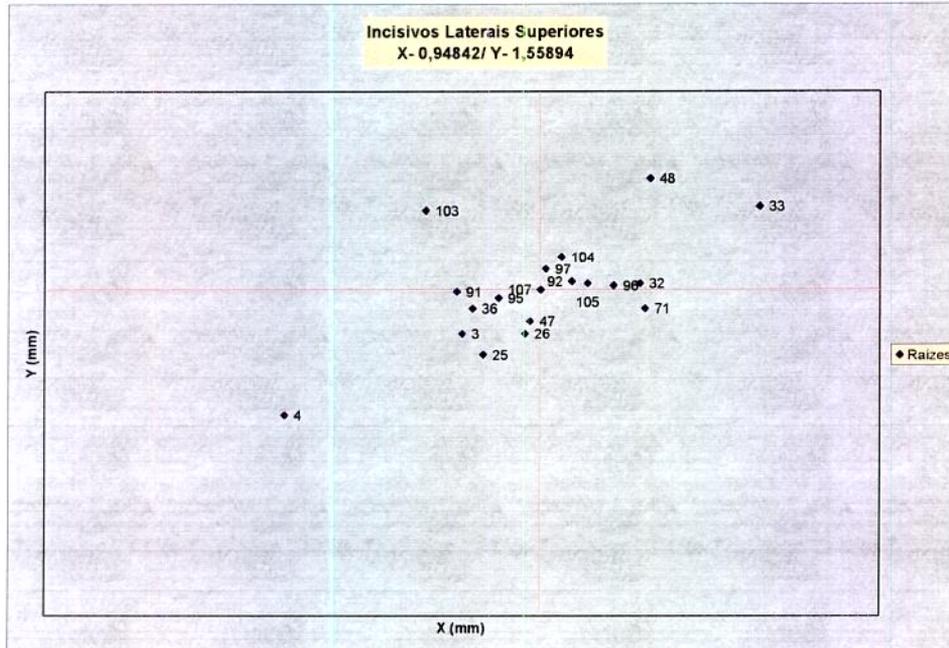
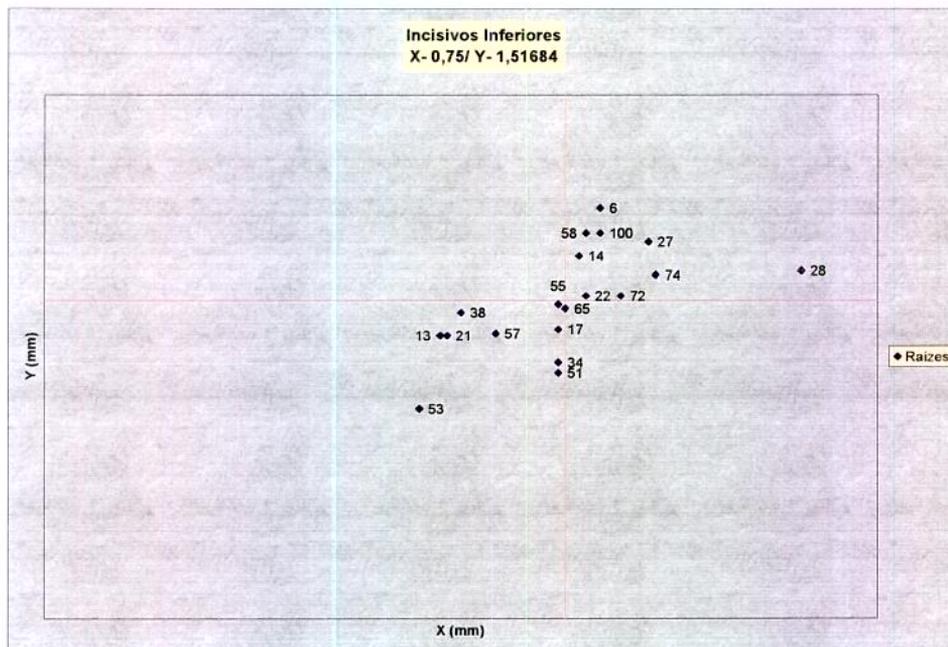


Gráfico 17. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo V.



9.3. Planilha pré-operatória

	A. total	A.canal	A.min.	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D
D1	5,5075	0,1471	5,3604	0,85	0,76	1,21	1,7	1,96	3,33	0,35	0,42
D2	5,0308	0,1049	4,9259	0,92	0,62	1,6	1,13	1,88	3,12	0,34	0,39
D3	5,9544	0,1881	5,7663	0,8	0,81	1,35	1,5	1,96	3,53	0,35	0,68
D4	3,0189	0,0735	2,9454	0,46	0,74	0,96	1,09	1,39	2,41	0,19	0,36
D5	8,7429	0,1586	8,5843	1,22	1,41	1,74	1,34	3,03	3,57	0,4	0,49
D6	9,3401	0,1614	9,1787	1,11	0,8	1,98	1,96	2,2	4,59	0,29	0,65
D7	11,0838	0,1892	10,8946	1,5	1,23	1,59	2,14	3,1	4,37	0,37	0,64
D8	6,9835	0,0792	6,9043	0,9	1,23	1,7	1,48	2,38	3,53	0,25	0,35
D10	9,0394	0,1621	8,8773	1,19	1,09	1,59	1,86	2,61	4,07	0,33	0,62
D11	10,4753	0,2046	10,2707	1,09	1,4	2,15	1,7	2,8	4,66	0,31	0,81
D12	6,7507	0,2006	6,5501	0,96	0,88	1,44	1,49	2,16	3,64	0,32	0,71
D13	4,2187	0,067	4,1517	0,76	0,57	1,35	1,43	1,59	3,1	0,26	0,32
D14	8,4783	0,2927	8,1856	0,77	0,77	1,73	1,94	2	4,55	0,46	0,88
D15	7,6222	0,1154	7,5068	1,36	1	1,37	1,72	2,72	3,52	0,36	0,43
D16	5,4244	0,0996	5,3248	1,09	0,96	1,27	1	2,37	2,67	0,35	0,4
D17	6,0517	0,0688	5,9829	0,74	0,81	1,38	1,73	1,9	3,38	0,32	0,27
D18	9,3586	0,1633	9,1953	1,24	1,35	1,72	1,65	3,02	3,76	0,43	0,39
D19	11,4337	0,2405	11,1932	1,33	1,33	1,9	1,7	3,15	4,24	0,49	0,64
D20	9,1205	0,1458	8,9747	1,11	1,21	1,99	1,6	2,8	4,02	0,48	0,43
D21	5,8555	0,133	5,7225	0,81	0,58	1,35	1,6	1,7	3,48	0,31	0,53
D23	5,8279	0,1328	5,6951	1,21	0,75	1,53	1,1	2,35	3,05	0,39	0,42
D24	5,2597	0,1151	5,1446	0,92	0,86	1,23	1,27	2,13	2,91	0,35	0,41
D25	5,3978	0,1525	5,2453	0,84	0,9	1,25	1,32	2,13	2,95	0,39	0,38
D26	5,8718	0,0819	5,7899	1,08	0,92	1,35	1,42	2,31	3,1	0,31	0,33
D27	7,2172	0,0798	7,1374	0,87	0,96	1,8	1,88	2,16	3,9	0,33	0,22
D28	9,3699	0,1635	9,2064	1,1	1,09	1,66	2	2,48	4,29	0,29	0,63
D29	13,4237	0,1987	13,225	1,27	2,08	1,89	1,62	3,85	4,08	0,5	0,57
D30	9,9155	0,1393	9,7762	1,4	1,4	1,71	1,81	3,22	3,96	0,42	0,44
D31	9,381	0,3906	8,9904	1,25	1,21	1,34	1,6	3,01	3,8	0,55	0,86
D32	8,276	0,1255	8,1505	1,14	1,22	1,6	1,59	2,77	3,64	0,41	0,45
D33	12,0626	0,0622	12,0004	1,37	1,67	2,05	1,96	3,29	4,28	0,25	0,27
D35	10,608	0,1332	10,4748	1,5	1,34	1,51	1,95	3,12	3,94	0,28	0,48
D36	7,7779	0,1566	7,6213	0,82	0,96	1,47	1,93	1,96	4,5	0,18	1,1
D37	6,4608	0,1121	6,3487	0,84	1,02	1,68	1,4	2,08	3,61	0,22	0,53
D38	6,3494	0,1842	6,1652	0,6	0,65	1,46	1,48	1,41	4,08	0,16	1,14
D39	11,696	0,55	11,146	1,49	1,67	1,43	1,37	4,23	3,46	1,07	0,66
D40	11,2226	0,1665	11,0561	1,48	1,5	1,8	1,8	3,38	4,07	0,4	0,47
D42	9,4163	0,1429	9,2734	1,2	1,35	1,77	1,68	2,96	3,9	0,41	0,45
D44	8,2428	0,222	8,0208	0,93	0,81	0,9	2,37	2,16	3,93	0,42	0,66
D45	11,1763	0,1012	11,0751	1,17	1,75	2,21	1,89	3,24	4,5	0,32	0,4
D46	6,33	0,2206	6,1094	0,95	1,24	1,01	1,32	2,59	3	0,4	0,67
D47	7,4851	0,2428	7,2423	1,06	0,93	1,41	1,49	2,43	3,61	0,44	0,71

Anexos

D48	12,3286	0,344	11,9846	1,2	1,16	2,09	2,11	2,93	4,94	0,57	0,74
D49	9,0809	0,1573	8,9236	1,03	1,46	1,52	1,99	2,91	3,9	0,42	0,39
D50	8,657	0,2595	8,3975	0,97	1,01	1,51	1,78	2,31	4,24	0,33	0,95
D53	5,0656	0,139	4,9266	0,63	0,54	1	1,15	1,34	3,77	0,17	1,62
D55	6,0726	0,1277	5,9449	0,81	0,74	1,5	1,69	1,86	3,69	0,31	0,5
D56	14,2372	0,3676	13,8696	1,55	1,75	2,07	1,59	3,89	4,4	0,59	0,74
D57	5,3938	0,1033	5,2905	0,94	0,65	1,58	1,36	1,87	3,38	0,28	0,44
D58	8,7494	0,178	8,5714	0,92	0,78	1,84	1,89	1,85	4,9	0,15	1,17
D59	5,5811	0,1194	5,4617	0,9	0,86	1,19	1,26	1,82	3,56	0,06	1,11
D60	10,4563	0,2317	10,2246	1,58	1,25	1,51	1,98	3,33	4	0,5	0,51
D62	9,0872	0,3175	8,7697	1,08	1,3	1,48	1,25	3	3,4	0,62	0,67
D63	11,4611	0,15	11,3111	1,6	1,56	1,46	2,04	3,56	3,96	0,4	0,46
D64	12,1496	0,216	11,9336	1,21	1,62	2,48	1,58	3,33	4,58	0,5	0,52
D65	5,7856	0,1239	5,6617	0,79	0,75	1,48	1,55	1,81	3,62	0,27	0,59
D66	11,5066	0,2497	11,2569	1,28	1,6	1,61	1,82	3,37	4,08	0,49	0,65
D67	8,9398	0,5104	8,4294	0,97	1,51	1,33	1,44	3,11	3,44	0,63	0,67
D68	7,3916	0,1808	7,2108	0,83	1,11	1,46	1,59	2,36	3,59	0,42	0,54
D69	10,4965	0,3415	10,155	1,25	1,38	1,45	1,8	3,25	3,91	0,63	0,66
D72	7,0617	0,0956	6,9661	0,83	0,83	1,55	1,54	2,07	3,63	0,41	0,54
D73	10,4015	0,3575	10,044	1,33	1,33	1,79	1,48	3,32	3,91	0,66	0,64
D74	8,1449	0,2514	7,8935	0,88	0,96	1,71	1,64	2,27	4,12	0,43	0,77
D91	6,434	0,0978	6,3362	1	0,79	1,71	1,55	2,1	3,68	0,31	0,42
D92	9,9382	0,1351	9,8031	1,01	1,34	1,6	2,06	2,68	4,25	0,33	0,59
D93	11,4205	0,2985	11,122	1,04	1,12	2,3	2	2,65	4,98	0,49	0,68
D94	6,0767	0,0955	5,9812	1,02	0,96	1,35	1,57	2,31	3,27	0,33	0,35
D95	6,9323	0,083	6,8493	0,87	1,04	1,81	1,52	2,15	3,83	0,24	0,5
D96	8,9368	0,0872	8,8496	1,64	1,09	1,58	1,81	3,01	3,74	0,28	0,35
D97	9,5449	0,275	9,2699	0,96	1,22	1,84	1,66	2,53	4,37	0,35	0,87
D99	10,965	0,5727	10,3923	1,3	1,23	1,37	1,63	3,36	3,84	0,83	0,84
D100	8,9474	0,269	8,6784	0,8	0,91	1,84	1,96	2,09	4,61	0,38	0,81
D101	7,5599	0,2094	7,3505	1,03	1,14	1,28	1,73	2,62	3,57	0,45	0,56
D102	5,0362	0,145	4,8912	0,93	0,82	0,98	1,51	2,21	2,86	0,46	0,37
D104	8,0879	0,092	7,9959	0,99	1	1,86	1,72	2,36	4,02	0,37	0,44
D105	8,8577	0,1563	8,7014	1,04	1,04	1,94	1,59	2,36	4,013	0,28	0,6
D106	9,1031	0,5858	8,5173	1,04	0,79	1,89	1,51	2,44	4,35	0,61	0,95
D109	12,1091	0,2062	11,9029	1,7	1,86	1,8	1,55	4	3,9	0,44	0,55
D110	7,3293	0,1693	7,16	1,12	1,43	1,57	1,09	2,96	3,11	0,41	0,45
D111	4,8153	0,0803	4,735	0,9	0,81	1,55	0,98	2,06	2,83	0,34	0,3

9.4. Planilha pós-operatória

	A. total	A.canal	A.min.	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D	Chips	Trin150
D1	5,5075	0,6471	4,8604	0,6	0,69	1,08	1,1	1,96	3,33	0,67	1,15	0,0233	133,1
D2	5,0308	0,8334	4,1974	0,46	0,47	1,13	0,74	1,88	3,12	0,95	1,25	0,0143	no
D3	5,9544	1,1489	4,8055	0,56	0,68	0,82	0,97	1,96	3,53	0,72	1,74	0,0675	no
D4	3,0189	0,4893	2,5296	0,24	0,49	0,72	0,82	1,39	2,41	0,66	0,87	no	1216,5
D5	8,7429	1,4509	7,292	0,98	0,98	0,98	0,94	3,03	3,57	1,07	1,65	0,1597	no
D6	9,3401	1,4715	7,8686	0,66	0,44	1,2	1,68	2,2	4,59	1,1	1,71	0,0157	no
D7	11,0838	0,8274	10,2564	1,27	1,08	1,13	1,8	3,1	4,37	0,75	1,44	0,0926	no
D8	6,9835	0,3491	6,634	0,68	1,08	1,47	1,36	2,38	3,53	0,62	0,7	no	no
D10	9,0394	0,6189	8,4205	0,96	0,86	1,43	1,47	2,61	4,07	0,79	1,17	0,1129	5654,8
D11	10,4753	1,0517	9,4236	0,83	1,23	1,84	1,5	2,8	4,66	0,74	1,32	0,0991	498,1
D12	6,7507	1,0299	5,7208	0,62	0,68	0,93	1,05	2,16	3,64	0,86	1,66	0,0185	no
D13	4,2187	1,2987	2,92	0,24	0,21	0,81	0,85	1,59	3,1	1,14	1,44	no	no
D14	8,4783	0,485	7,9933	0,6	0,67	1,71	1,91	2	4,55	0,73	0,92	0,0108	785,2
D15	7,6222	1,496	6,1262	0,54	0,81	1,11	1,18	2,72	3,52	1,37	1,23	0,1253	3291,8
D16	5,4244	0,4065	5,0179	0,82	0,91	0,87	0,97	2,37	2,67	0,64	0,83	0,1843	130
D17	6,0517	0,6222	5,4295	0,62	0,61	1,23	1,14	1,9	3,38	0,67	1,01	0,0875	no
D18	9,3586	0,6596	8,699	1,08	1,15	1,45	1,19	3,02	3,76	0,79	1,12	0,0772	no
D19	11,4337	0,9282	10,5055	1,29	1,05	1,25	1,61	3,15	4,24	0,81	1,38	no	no
D20	9,1205	1,3271	7,7934	0,74	0,85	1,78	0,97	2,8	4,02	1,21	1,27	no	no
D21	5,8555	0,4935	5,362	0,49	0,46	1,18	1,5	1,7	3,48	0,75	0,8	0,0442	no
D23	5,8279	0,588	5,2399	0,96	0,66	1,17	0,9	2,35	3,05	0,73	0,98	0,0245	no
D24	5,2597	0,4985	4,7612	0,8	0,66	1	1	2,13	2,91	0,67	0,91	0,0231	2088,7
D25	5,3978	0,4742	4,9236	0,72	0,77	1,11	0,91	2,13	2,95	0,64	0,93	0,0288	2097,6
D26	5,8718	0,3736	5,4982	0,98	0,5	0,9	1,34	2,31	3,1	0,83	0,86	0,107	762,9
D27	7,2172	0,8856	6,3316	0,78	0,5	1,33	1,23	2,16	3,9	0,88	1,34	0,0534	4543,2
D28	9,3699	1,356	8,0139	0,68	0,62	1,56	1,34	2,48	4,29	1,18	1,39	no	no
D29	13,4237	1,68	11,7437	0,85	1,8	1,12	1,5	3,85	4,08	1,2	1,46	0,0691	no
D30	9,9155	0,5748	9,3407	1,26	1,14	1,67	1,32	3,22	3,96	0,82	0,97	0,025	no
D31	9,381	0,9031	8,4779	1,09	1,15	1,23	1,2	3,01	3,8	0,77	1,37	0,3144	no
D32	8,276	0,8406	7,4354	0,97	0,92	1,22	1,22	2,77	3,64	0,88	1,2	0,0407	5031,7
D33	12,0626	0,6127	11,4499	0,88	1,53	1,77	1,67	3,29	4,28	0,88	0,84	0,107	no
D35	10,608	0,4901	10,1179	1	1,15	1,38	1,72	3,12	3,94	0,97	0,84	0,0613	7524,3
D36	7,7779	0,738	7,0399	0,77	0,5	1,4	1,71	1,96	4,5	0,69	1,39	0,014	no
D37	6,4608	0,4994	5,9614	0,54	0,82	1,61	1,21	2,08	3,61	0,72	0,79	0,0221	4265,8
D38	6,3494	0,9232	5,4262	0,39	0,38	1,31	1,3	1,41	4,08	0,64	1,47	0,0311	11853
D39	11,696	1,391	10,305	1,28	1,62	1,25	0,86	4,23	3,46	1,33	1,35	0,301	no
D40	11,2226	1,2326	9,99	1	1,2	1,42	1,34	3,38	4,07	1,18	1,31	no	no
D42	9,4163	0,4726	8,9437	1,11	1,15	1,55	1,45	2,96	3,9	0,7	0,9	0,0471	no
D44	8,2428	0,8816	7,3612	0,87	0,49	0,85	1,81	2,16	3,93	0,8	1,27	0,054	no
D45	11,1763	0,6095	10,5668	1,07	1,41	1,98	1,53	3,24	4,5	0,76	0,99	no	887

D46	6,33	0,7527	5,5773	0,71	1,11	0,91	0,98	2,59	3	0,77	1,11	0,1675	9135,7
D47	7,4851	0,5355	6,9496	0,86	0,89	1,21	1,42	2,43	3,61	0,68	0,98	0,0159	no
D48	12,3286	0,814	11,5146	1,05	1,09	1,83	2,01	2,93	4,94	0,79	1,1	0,1585	770
D49	9,0809	0,4072	8,6737	0,94	1,32	1,28	1,83	2,91	3,9	0,65	0,79	no	no
D50	8,657	1,0104	7,6466	0,83	0,66	1,39	1,39	2,31	4,24	0,82	1,46	0,042	no
D53	5,0656	0,7738	4,2918	0,47	0,42	0,98	1,08	1,34	3,77	0,45	1,71	no	1029,8
D55	6,0726	1,3155	4,7571	0,29	0,37	0,73	1,49	1,86	3,69	1,2	1,47	0,0498	no
D56	14,2372	1,2464	12,9908	1,35	1,3	1,88	1,23	3,89	4,4	1,24	1,29	no	no
D57	5,3938	0,5968	4,797	0,52	0,61	1,03	1,31	1,87	3,38	0,74	1,04	no	no
D58	8,7494	1,0491	7,7003	0,59	0,54	1,64	1,58	1,85	4,9	0,72	1,68	0,0311	1104,9
D59	5,5811	0,6834	4,8977	0,68	0,56	0,99	1,21	1,82	3,56	0,58	1,36	no	no
D60	10,4563	1,5213	8,935	1,2	0,91	1	1,55	3,33	4	1,22	1,45	0,17	no
D62	9,0872	1,4844	7,6028	0,84	0,84	1,25	0,82	3	3,4	1,32	1,33	no	no
D63	11,4611	0,5412	10,9199	1,37	1,51	1,41	1,62	3,56	3,96	0,68	0,93	0,0769	no
D64	12,1496	1,1995	10,9501	0,91	1,29	1,79	1,47	3,33	4,58	1,13	1,32	no	no
D65	5,7856	0,8232	4,9624	0,55	0,38	1,27	1,25	1,81	3,62	0,88	1,1	0,0649	no
D66	11,5066	0,6372	10,8694	1,14	1,4	1,57	1,52	3,37	4,08	0,83	0,99	0,0143	no
D67	8,9398	1,2155	7,7243	0,65	1,24	1,23	1,06	3,11	3,44	1,22	1,15	0,0327	no
D68	7,3916	1,1115	6,2801	0,61	0,59	1,21	1,18	2,36	3,59	1,16	1,2	0,0417	no
D69	10,4965	0,6734	9,8231	1,12	1,29	1,4	1,44	3,25	3,91	0,84	1,07	no	no
D72	7,0617	0,4925	6,5692	0,77	0,5	1,47	1,3	2,07	3,63	0,8	0,86	no	no
D73	10,4015	1,318	9,0835	1,05	1,14	1,24	1,12	3,32	3,91	1,13	1,55	0,0717	no
D74	8,1449	0,9277	7,2172	0,76	0,67	1,5	1,26	2,27	4,12	0,84	1,36	0,1188	no
D91	6,434	1,1562	5,2778	0,48	0,51	1,06	1,33	2,1	3,68	1,11	1,29	no	no
D92	9,9382	1,6007	8,3375	0,45	0,88	1,27	1,41	2,68	4,25	1,35	1,57	0,0406	no
D93	11,4205	1,1947	10,2258	0,59	1	1,81	1,76	2,65	4,98	1,06	1,41	0,1014	no
D94	6,0767	0,5957	5,481	0,78	0,76	1,07	1,28	2,31	3,27	0,77	0,92	0,0529	no
D95	6,9323	1,2745	5,6578	0,42	0,49	0,99	1,47	2,15	3,83	1,24	1,37	0,053	no
D96	8,9368	1,3494	7,5874	1,01	0,65	1,49	0,75	3,01	3,74	1,35	1,5	0,0429	no
D97	9,5449	0,686	8,8589	0,68	1,04	1,63	1,62	2,53	4,37	0,81	1,12	0,0565	no
D99	10,965	1,0205	9,9445	1,11	1,1	1,17	1,35	3,36	3,84	1,15	1,32	no	no
D100	8,9474	1,1448	7,8026	0,6	0,85	1,19	1,58	2,09	4,61	0,64	1,84	0,074	374,7
D101	7,5599	0,4579	7,102	0,85	0,88	1,06	1,63	2,62	3,57	0,89	0,88	0,0314	no
D102	5,0362	0,7804	4,2558	0,64	0,67	0,67	1,06	2,21	2,86	0,9	1,13	no	no
D104	8,0879	0,7273	7,3606	0,88	0,72	1,45	1,5	2,36	4,02	0,76	1,07	0,0527	no
D105	8,8577	1,138	7,7197	0,68	0,85	1,44	1,06	2,36	4,13	0,83	1,63	no	no
D106	9,1031	1,4601	7,643	0,73	0,5	1,27	1,46	2,44	4,35	1,21	1,62	0,131	4173,7
D109	12,1091	1,4544	10,6547	1,34	1,37	1,18	1,29	4	3,9	1,29	1,43	0,0489	no
D110	7,3293	1,4398	5,8895	0,66	0,95	1,11	0,7	2,96	3,11	1,35	1,3	no	no
D111	4,8153	0,5224	4,2929	0,66	0,75	1,13	0,72	2,06	2,83	0,65	0,98	no	no

Tabela 26. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo IV (incisivos laterais superiores).

Raiz	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D
03	0,8	0,81	1,35	1,5	1,96	3,53	0,35	0,68
04	0,46	0,74	0,96	1,09	1,39	2,41	0,19	0,36
25	0,84	0,9	1,25	1,32	2,13	2,95	0,39	0,38
26	1,08	0,92	1,35	1,42	2,31	3,1	0,31	0,33
32	1,14	1,22	1,6	1,59	2,77	3,64	0,41	0,45
33	1,37	1,67	2,05	1,96	3,29	4,28	0,25	0,27
36	0,82	0,96	1,47	1,93	1,96	4,5	0,18	1,1
47	1,06	0,93	1,41	1,49	2,43	3,61	0,44	0,71
48	1,2	1,16	2,09	2,11	2,93	4,94	0,57	0,74
71	1,22	1,15	1,54	1,47	2,89	3,54	0,52	0,53
91	1	0,79	1,71	1,55	2,1	3,68	0,31	0,42
92	1,01	1,34	1,6	2,06	2,68	4,25	0,33	0,59
95	0,87	1,04	1,81	1,52	2,15	3,83	0,24	0,5
96	1,64	1,09	1,58	1,81	3,01	3,74	0,28	0,35
97	0,96	1,22	1,84	1,66	2,53	4,37	0,35	0,87
103	0,96	0,73	2,13	1,94	2,09	4,95	0,4	0,88
104	0,99	1	1,86	1,72	2,36	4,02	0,37	0,44
105	1,04	1,04	1,94	1,59	2,36	4,013	0,28	0,6
107	0,95	1,1	1,56	1,83	2,55	4,02	0,5	0,63

Tabela 27. Valores das oito distâncias calculadas expressas em mm das raízes do Grupo V (incisivos inferiores).

Raiz	X	X1	Y	Y1	A	B	C	D
06	1,11	0,8	1,98	1,96	2,2	4,59	0,29	0,65
13	0,76	0,57	1,35	1,43	1,59	3,1	0,26	0,32
14	0,77	0,77	1,73	1,94	2	4,55	0,46	0,88
17	0,74	0,81	1,38	1,73	1,9	3,38	0,32	0,27
21	0,81	0,58	1,35	1,6	1,7	3,48	0,31	0,53
22	0,8	0,78	1,54	1,93	1,86	4,05	0,28	0,58
27	0,87	0,96	1,8	1,88	2,16	3,9	0,33	0,22
28	1,1	1,09	1,66	2	2,48	4,29	0,29	0,63
34	1,16	0,74	1,22	1,46	2,11	4,14	0,21	1,46
38	0,6	0,65	1,46	1,48	1,41	4,08	0,16	1,14
51	0,74	0,75	1,17	1,24	1,66	4,68	0,17	2,27
53	0,63	0,54	1	1,15	1,34	3,77	0,17	1,62
55	0,81	0,74	1,5	1,69	1,86	3,69	0,31	0,5
57	0,94	0,65	1,58	1,36	1,87	3,38	0,28	0,44
58	0,92	0,78	1,84	1,89	1,85	4,9	0,15	1,17
65	0,79	0,75	1,48	1,55	1,81	3,62	0,27	0,59
72	0,83	0,83	1,55	1,54	2,07	3,63	0,41	0,54
74	0,88	0,96	1,71	1,64	2,27	4,12	0,43	0,77
100	0,8	0,91	1,84	1,96	2,09	4,61	0,38	0,81

9.2. Classificação do tamanho das raízes

9.2.1. Classificação das raízes pela área mineral (critério 1)

As médias das áreas minerais pré-operatórias (A. mineral) para cada grupo foram: Grupo I (caninos superiores)- 8,7470 mm²; Grupo II (Caninos inferiores)- 8,5821 mm²; Grupo III (incisivos centrais superiores)- 9,0878 mm²; Grupo IV (incisivos laterais superiores)- 7,8649 mm²; Grupo V (incisivos inferiores)- 6,9604 mm².

A distribuição das raízes em cada grupo de acordo com sua área mineral foi representada em gráficos seguindo as médias minerais representadas em milímetros quadrados (Gráficos 10, 11, 12 e 13).

Gráfico 10. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo II.

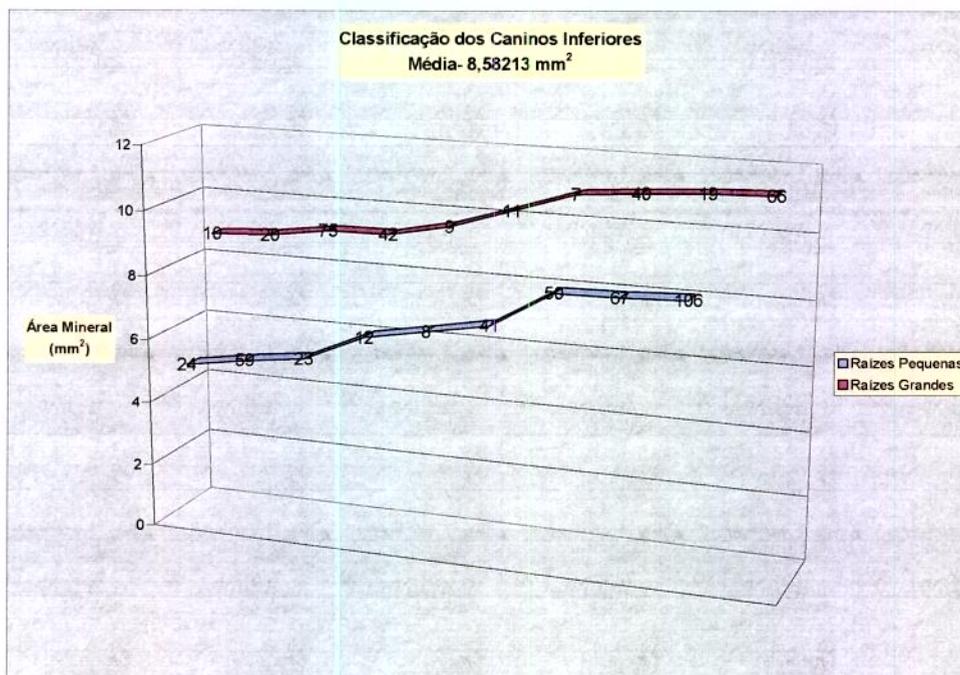


Gráfico 11. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo III.

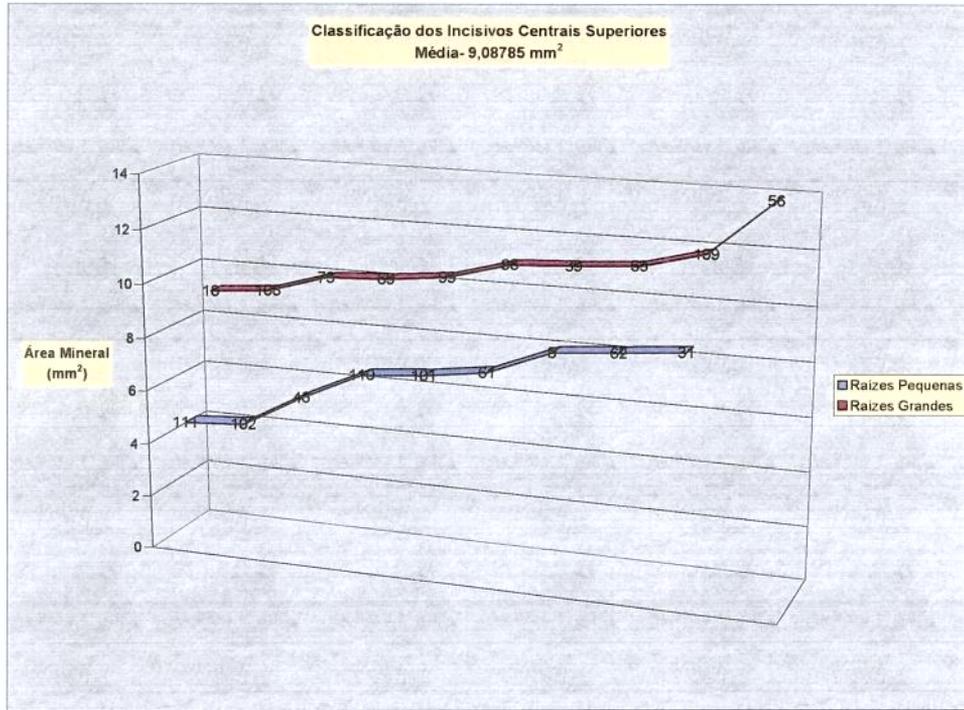


Gráfico 12. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo IV.

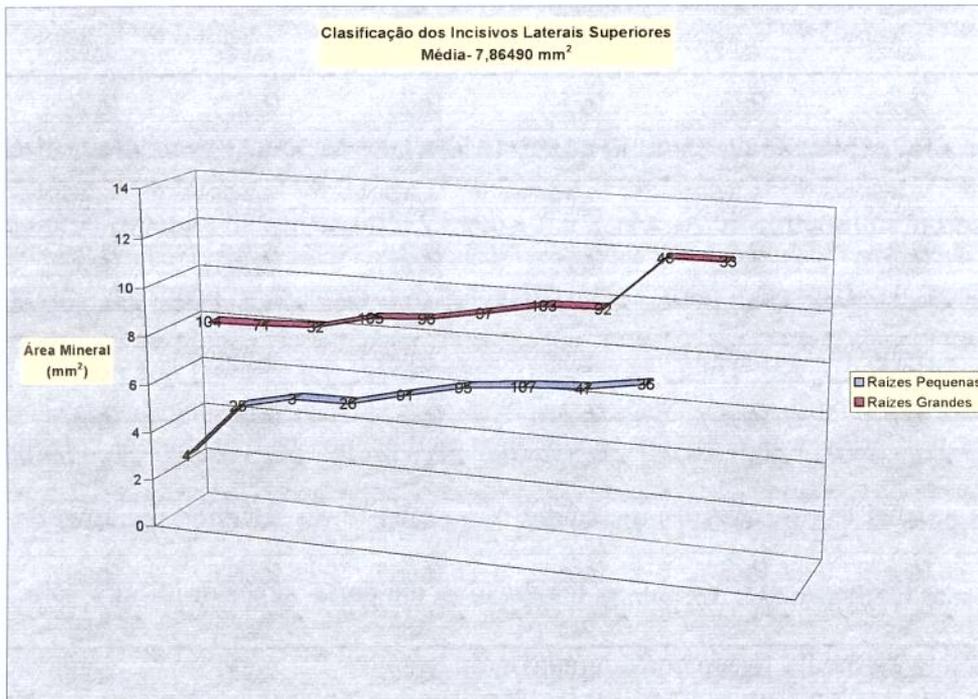
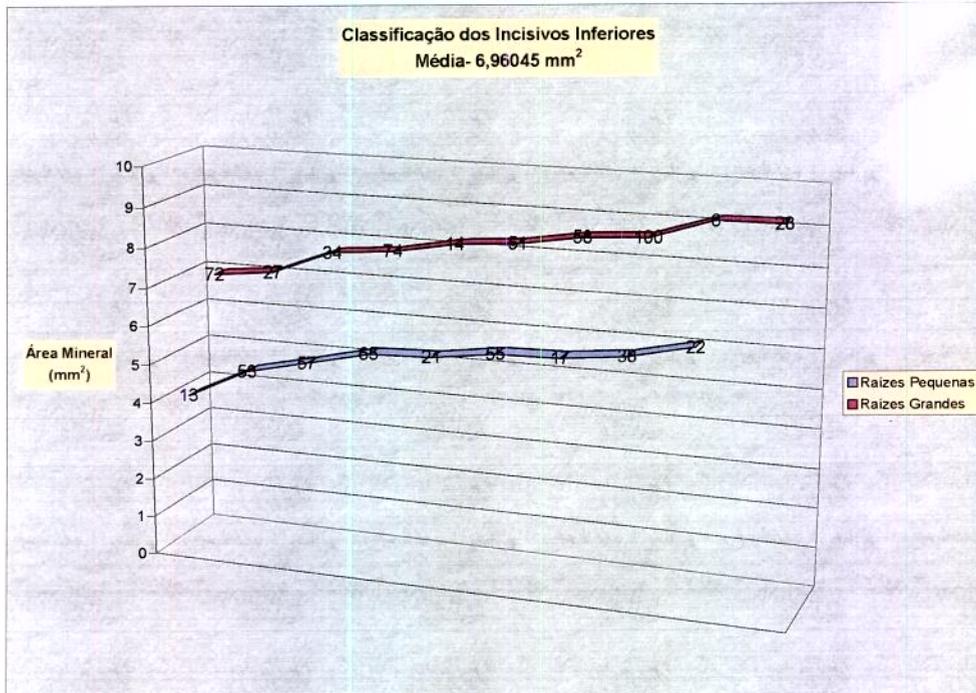


Gráfico 13. Representação gráfica das raízes pequenas e grandes do Grupo V.



9.2.2. Classificação das raízes pelas distâncias (critério 2)

Como foi explicado no capítulo quatro (Material e Métodos) as menores distâncias calculadas em milímetros de X, X1, Y e Y1 das 19 réplicas foram situadas como pontos em gráficos de dispersão para a classificação das raízes em pequenas ou grandes (Gráficos 14, 15, 16, 17). Todas as raízes (representadas por pontos) que posicionavam-se do lado inferior esquerdo dos eixos das médias no gráfico foram consideradas pequenas pois os valores de suas distâncias X ou X1 e Y ou Y1 eram menores do que a média, conseqüentemente, as raízes localizadas na parte superior direita, por terem valores acima da média foram consideradas grandes.

Gráfico 14. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo II.

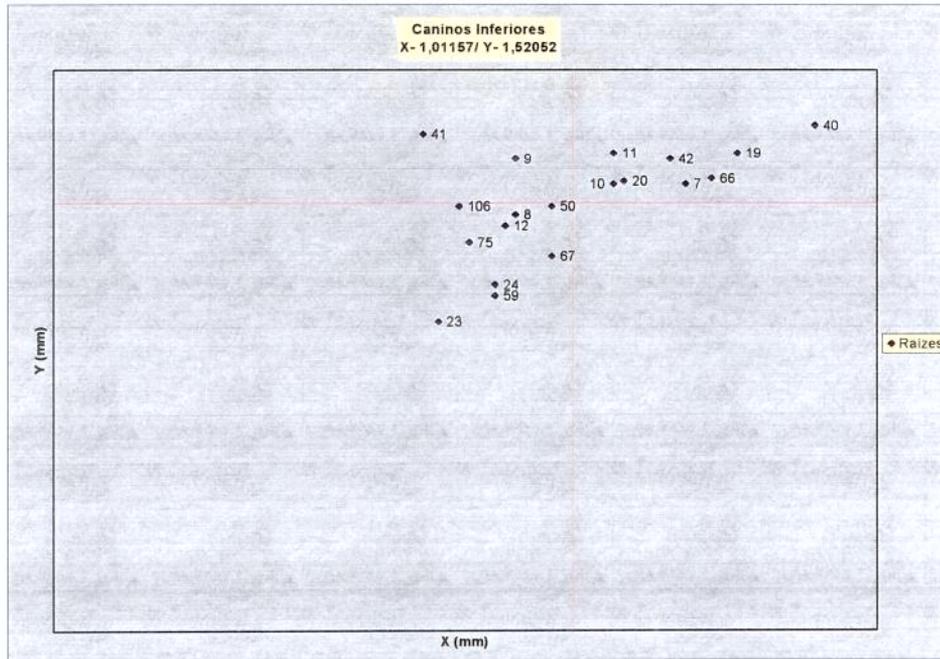


Gráfico 15. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo III.

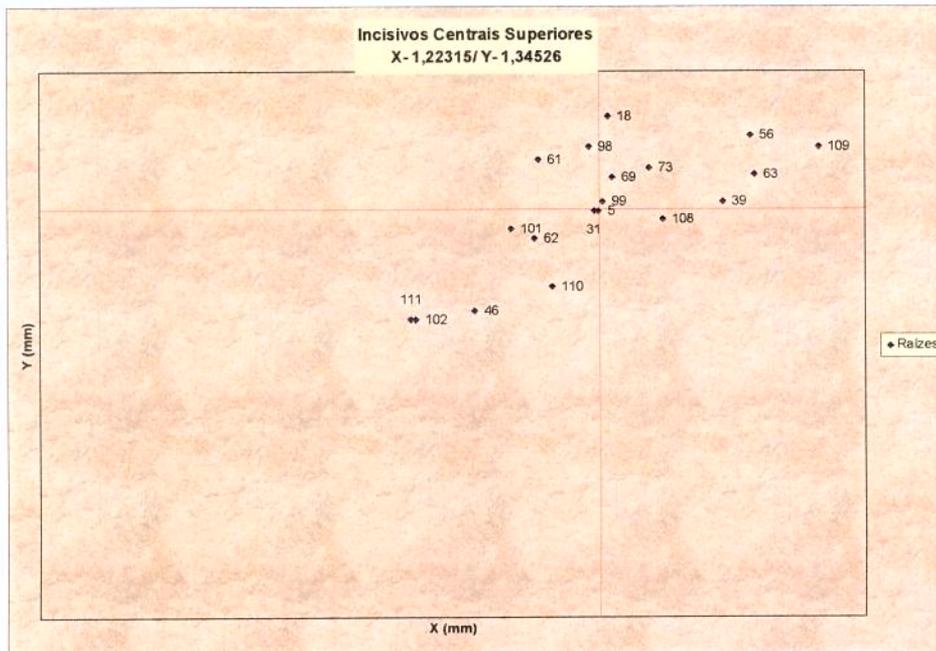


Gráfico 16. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo IV.

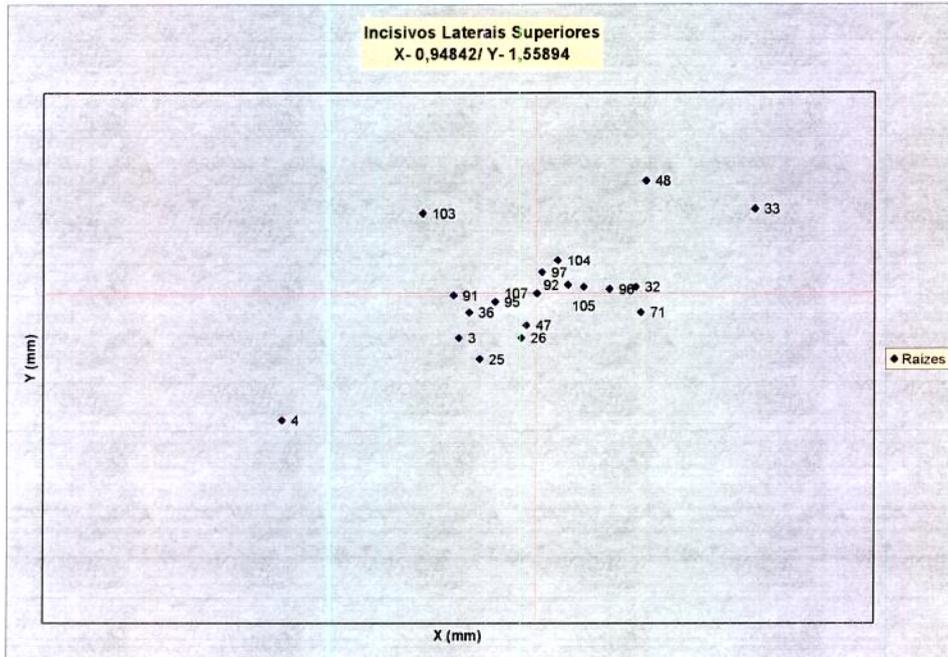


Gráfico 17. Representação gráfica do eixo das médias e das raízes pequenas e grandes do Grupo V.

