

ALEXANDRE ROBERTO HECK

***AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO MORFOLÓGICA DO
CANAL RADICULAR APÓS O PREPARO COM TRÊS
TÉCNICAS DE INSTRUMENTAÇÃO E DO TEMPO GASTO
PARA SUA EXECUÇÃO***

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do Título de Doutor
em Clínica Odontológica, Área de Endodontia.

PIRACICABA
2005

ALEXANDRE ROBERTO HECK

***AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO MORFOLÓGICA DO
CANAL RADICULAR APÓS O PREPARO COM TRÊS
TÉCNICAS DE INSTRUMENTAÇÃO E DO TEMPO GASTO
PARA SUA EXECUÇÃO***

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Doutor em Clínica Odontológica, Área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Valdrighi.

Banca Examinadora:
Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte
Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silveira Bueno
Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia
Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho
Prof. Dr. Luiz Valdrighi

PIRACICABA
2005

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

H355a Heck, Alexandre Roberto.
Avaliação da alteração morfológica do canal radicular após o preparo com três técnicas de instrumentação e do tempo gasto para sua execução. / Alexandre Roberto Heck. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.

Orientador: Luiz Valdrighi.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Níquel. 3. Titânio. I. Valdrighi, Luiz. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.
(mg/fop)

Título em inglês: Evaluation of the morphological alteration in the root canal before and after preparation using three different instrumentation techniques and time assessment

Palavras-chave em inglês (Keywords): Endodontics; Nickel; Titanium

Área de concentração: Endodontia

Titulação: Doutor em Clínica Odontológica

Banca examinadora: Marco Antônio Húngaro Duarte; Carlos Eduardo da Silveira Bueno; Alexandre Augusto Zaia; Francisco José de Souza Filho; Luiz Valdrighi

Data da defesa: 28/02/2005



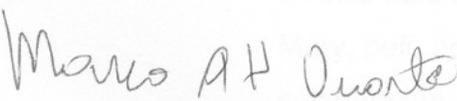
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 28 de Fevereiro de 2005, considerou o candidato ALEXANDRE ROBERTO HECK aprovado.



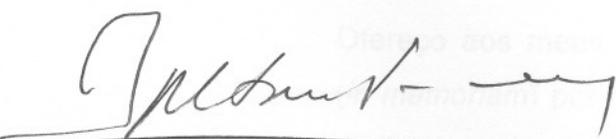
PROF. DR. LUIZ VALDRIGHI



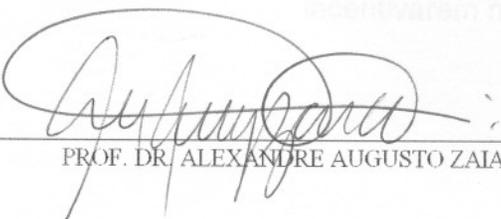
PROF. DR. MARCO ANTÔNIO HÚNGARO DUARTE



PROF. DR. CARLOS EDUARDO DA SILVEIRA BUENO



PROF. DR. FRANCISCO JOSE DE SOUZA FILHO



PROF. DR. ALEXANDRE AUGUSTO ZAIA

Dedico este trabalho à minha esposa Mary, pelo companheirismo e pela colaboração constante nas oportunas opiniões.

Aos nossos filhos André e Ana Flávia, pela paciência e compreensão.

Ofereço aos meus pais Dinaí e Alécio (*in memoriam*) por todo esforço e amor dedicados à minha formação, por acreditarem na minha luta e por incentivarem minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr Luiz Valdrighi, pelo carinho com que me acolheu, pela solicitude, pelo exemplo de dedicação e simplicidade na transmissão do conhecimento.

A Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa de seu diretor, Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho, onde recebi todas as condições para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen, coordenador dos cursos de pós-graduação da FOP-Unicamp, pela competência e acolhida.

Ao Prof. Dr. Roger William Fernandes Moreira, coordenador do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica da FOP-Unicamp, pelo apoio recebido.

À Prof^a Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, ex-coordenadora do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica da FOP-Unicamp, pela acolhida e amizade.

Ao Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, coordenador da área de Endodontia, por sua gentileza, carinho e amizade.

Ao Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho, pelo carinho, pelo estímulo e pelo exemplo de amizade e companheirismo.

Aos professores da área de Endodontia da FOP UNICAMP Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz e Prof. Dr. Fabrício Batista Teixeira, pela amizade, pela colaboração e disponibilidade sempre demonstrada.

Aos Professores da área de Farmacologia, Anestesiologia e Terapêutica, pela permissão de uso do seu laboratório para captura das imagens dos experimentos.

Aos Professores da área de Materiais Dentários, pela permissão de uso do equipamento para corte dos experimentos.

Aos colegas de curso Adelmo Moraes de Souza Filho, Cícero Romão Gadê Neto, Eduardo Diogo Gurgel Filho, Egas Moniz de Aragão, Ericka Tavares Pinheiro, Ezilmara Leonor Rolim de Souza, Júlio César Bento dos Santos e Ronaldo Rogério Rodrigues, pela tolerância, compreensão e companheirismo.

A amiga Tetis Serejo Sauaia, por sua presteza, gentileza e constante auxílio.

Ao Sr. Rubens Marques Payão, Denize Lumena de Pinho e Adailton dos Santos Lima, funcionários da área de Endodontia da FOP-Unicamp, pela acolhida, cooperação e amizade.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

A Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Saúde, na pessoa do coordenador do curso de Odontologia Prof. Dr. Marcio Bindo, pelo incentivo e apoio para realização do curso de Doutorado.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora, na pessoa do Prof. Aguinaldo Farias pelo estímulo e condições para a realização do curso.

Ao Prof. Sergio Herrero Moraes, responsável pela disciplina de Endodontia da UFPR, pela amizade sincera que uniu nossos caminhos e pelo incentivo que sempre marcou nossa convivência.

Ao amigo Prof. Egas Moniz de Aragão, colega de curso, de trabalho e companheiro nas idas e vindas durante os anos de curso, por me permitir compartilhar de seu convívio, competência e usufruir do seu bom humor.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 CONCEITOS QUE NORTEIAM AS TÉCNICAS DE INSTRUMENTAÇÃO CONTEMPORÂNEAS	9
2.2 AVALIAÇÃO CIENTÍFICA DOS MÉTODOS DE INSTRUMENTAÇÃO MECÂNICOS	15
2.3 DIFERENTES METODOLOGIAS EMPREGADAS PARA AVALIAÇÃO DAS CONSEQÜÊNCIAS DA INSTRUMENTAÇÃO	18
2.4 AS NOVAS CONCEPÇÕES NA CONFECÇÃO DOS INSTRUMENTOS A PARTIR DA LIGA DE NÍQUEL -TITÂNIO	23
2.5 RESULTADOS DA INSTRUMENTAÇÃO REALIZADA COM DIFERENTES SISTEMAS MECÂNICOS UTILIZANDO INSTRUMENTOS CONFECIONADOS EM LIGA DE NÍQUEL-TITÂNIO	28
3 PROPOSIÇÃO	45
4 MATERIAL E MÉTODOS	47
4.1 SELEÇÃO DOS DENTES	47
4.2 PREPARO DOS DENTES	47
4.3 INCLUSÃO DOS DENTES EM RESINA	47
4.4 CORTES TRANSVERSAIS DAS RAÍZES	49
4.5 CAPTURA DAS IMAGENS PRÉ-INSTRUMENTAÇÃO	50

4.6 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS	51
4.7 CAPTURA DAS IMAGENS PÓS-INSTRUMENTAÇÃO	55
4.8 MENSURAÇÃO DAS ÁREAS DOS CANAIS	55
4.9 MENSURAÇÃO DA DISTÂNCIA PAREDE DISTAL DO CANAL ATÉ A FURCA	57
4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA	58
5 RESULTADOS	61
6 DISCUSSÃO	77
6.1 DISCUSSÃO DA METODOLOGIA	77
6.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	83
7 CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS	91
ANEXOS	101
ANEXO1	
101	
ANEXO 2	
101	

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar, comparativamente, em 45 raízes mesiais de molares inferiores, totalizando 90 canais, divididos em 3 grupos, o tempo, a média da área desgastada e a espessura média da parede dentinária remanescente na distal da raiz mesial, antes e após o emprego da técnica escalonada, da técnica híbrida modificada pela FOP-Unicamp, e da técnica rotatória Easy Endo-Multitaper. Foram realizados cortes transversais a 3 e 8 mm do ápice denominados segmento apical e cervical. As imagens dos segmentos transversais foram obtidas, antes e após o preparo dos canais, com uma câmara digital acoplada a uma lupa estereoscópica. As medidas das áreas dos canais e as medidas das espessuras das paredes distais da raiz foram registradas por meio do “software” Imagelab/98. Estas medidas, bem como a variável tempo e a ampliação das áreas foram analisados estatisticamente. Os resultados mostraram diferenças significativas no segmento cervical entre a técnica manual e as técnicas híbrida e rotatória. A ampliação das áreas, no segmento apical, foi significativamente maior na técnica manual, e, no segmento cervical, maior para as técnicas híbrida e rotatória. A espessura da parede distal da raiz mesial mostrou-se significativamente menor após a realização da instrumentação sem diferença entre as técnicas. As técnicas híbrida e rotatória foram significativamente mais rápidas que a técnica manual.

ABSTRACT

The present study was aimed to evaluate comparatively, in mesial roots of lower molars, before and after the use of the “step-back” manual technique, the hybrid technique modified by FOP-Unicamp, and the Easy Endo-Multitaper rotary technique, the time, the mean of the trimmed area and the mean of the thickness of the remained dentine wall in the distal region of the mesial root. Transversal sections were made 3 to 8 mm of the apical terminus, named apical and coronal sections. The images of these sections were captured by stereoscopic magnification lens with a video camera and stored in a computer. Then, the measurements of the root canal area and a linear measurement were carried out using a ImageLab software. The before and after measurements, as well as the increments, were statistically analyzed. The results showed significant differences in the coronal segment when comparing manual to hybrid and rotary techniques. The increment was significantly larger in the apical segment using the manual technique. In the coronal segment, the increment was larger using the hybrid and rotary techniques. The distance between the distal wall and the mesial root was significantly less after instrumentation, not showing differences among the techniques. The hybrid and rotary techniques were significantly less time-consuming than the manual technique.

1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, a discussão sobre tratamento endodôntico residia no tipo de drogas que deveriam ser colocadas no interior dos canais radiculares. No entanto, Auerbach, em 1953, contestou este conceito afirmando que a limpeza do canal seria mais importante do que o uso de medicação.

O desenvolvimento de pesquisas nesta área, com maior base científica, levou autores como Mullaney & Petrick (1968), Clem (1969), Schilder (1974), Coffae & Brilliant (1975), Walton (1976), Mullaney (1979) Marshall & Pappin (1980), Morgan & Montgomery (1984) a concordarem que o sucesso do tratamento depende da total eliminação do tecido pulpar, dos restos necróticos, de microrganismos e da adequada conformação do canal radicular. Portanto, limpeza e modelagem são as palavras que definem com maior precisão os objetivos finais do preparo dos canais radiculares.

Visando a um preparo cônico, condizente com a morfologia radicular, e superar a perda de elasticidade que ocorre com aumento do calibre dos instrumentos, Mullaney & Petrick (1968), Clem (1969) introduziram a técnica escalonada de recuo progressivo, que respeitava a delicada anatomia apical por ampliar menos este terço do canal, diminuindo, assim, os riscos de deformações e acidentes. Schilder, em 1974, num trabalho que se tornou clássico na literatura endodôntica, demonstrou a importância tanto da limpeza como da modelagem dos canais radiculares.

Essas idéias passaram a ser adotadas pela comunidade científica e alguns conceitos se firmaram, tais como: maior ampliação cervical, com conicidade contínua em direção apical, escalonamento com recuo progressivo, recapitulação no acabamento do preparo e o emprego das brocas de Gates-Glidden (Brilliant & Christie, 1975; Coffae & Brilliant, 1975; Krayman & Brilliant, 1975; Mullaney, 1979).

A avaliação da presença de remanescentes pulpares após a instrumentação dos canais radiculares começou a ser feita por meio de exames histológicos (Walton, 1976). A partir daí, outros métodos de avaliação dos resultados da aplicação de técnicas de instrumentação dos canais radiculares têm sido utilizados (Gutiérrez & Garcia; 1968, Schneider, 1971; Lim & Stock, 1987; Bramante, 1987; Zmener *et al.*, 1994; Heck, 1997; Siqueira, 1997; Barthel *et al.*, 1999; Rhodes *et al.*, 2000; Gluskin *et al.*, 2001).

Abou-Rass *et al.* (1980) introduziram o conceito do desgaste anti-curvatura, cujo objetivo era direcionar os instrumentos para as áreas de maior espessura dentinária, fugindo, assim, do que chamou de áreas de risco, nas raízes dos molares (parede distal da raiz mesial dos molares inferiores e mesio-vestibular dos superiores). Mais tarde, em 1982, Abou-Rass & Jastrab sugeriram também, pelos bons resultados obtidos, o uso das brocas de Gates-Glidden e Largo para auxiliar no preparo dos terços médio e cervical.

A idéia de executar a instrumentação no sentido coroa-ápice (crown-down) foi proposta por Marshall & Pappin em 1980. A técnica, indicada para canais constrictos, incorporava o uso dos instrumentos rotatórios, como as brocas de Gates-Glidden.

Porém, inédito era o conceito de preparar o canal no sentido corono-apical, usando a seqüência de instrumentos do mais para o menos calibroso, sem odontometria prévia. Em seguida, Goerig *et al.* (1982) preconizaram o hibridismo das técnicas “step-down” e “step-back”, dividindo o preparo em duas etapas: terços cervical/médio e apical. Com o passar do tempo, o preparo dos canais radiculares com hibridização de técnicas de instrumentação recebeu várias propostas de modificações, aliando sempre instrumentos manuais e mecânicos. Não obstante esses avanços facilitadores, a preparação dos canais por dispositivos mecânicos nunca deixou de ser um sonho dos endodontistas, apesar das várias tentativas frustradas desde o Sistema Dynatrac, Giromatic (Micro-Mega França) 1965 até o Canal Finder (Endo Technic - USA),

1985, passando pelos sistemas sônicos como o Endostar (Star/Syntex Dental-EUA), o Micromega Endosonic-air 3000/1500 (Meridenta International Inc. EUA) e os diferentes aparelhos ultra-sônicos no início da década de 1980.

A liga de níquel-titânio foi criada por William F. Buehler em 1960, e desenvolvida pela marinha americana. Apresenta característica antimagnética e anticorrosiva e recebeu o nome de Nitinol (NiTi Ordnance Laboratory). Os instrumentos são fabricados por usinagem com 55-60% de níquel, 40-45% de titânio, possuem pequeno módulo de elasticidade, cerca de um quarto a um quinto em relação ao aço inoxidável, grande elasticidade, resistência à deformação plástica e resistência à fratura.

Esta liga começou a ser utilizada na Odontologia para a confecção dos arcos utilizados na área de Ortodontia, por Andreasen & Hilleman, em 1971. Em 1988, Walia *et al.* introduziram a liga de níquel-titânio, na fabricação de instrumentos endodônticos, materializando o sonho da instrumentação mecanizada, com o lançamento dos sistemas Profile Series 29, Profile .04/ .06, Lightspeed, Sistema Quantec 2000, RaCe, Great Tapers, HERO 642, K3 Endo, Easy Endo Multitaper, entre outros.

É interessante lembrar que tanto a mudança na conceituação – maior conicidade com afinamento contínuo em direção apical – como a materialização do emprego na instrumentação rotatória levam a maior desgaste das paredes do canal radicular. As conseqüências destas ampliações na modelagem dos canais radiculares têm sido alvo de muitos trabalhos (Calhoun & Montgomery, 1988; Gluskin *et al.* 2001; Fabra-Campos & Rodríguez-Vallejo, 2001; Bergmans *et al.* 2002; Ponti *et al.* 2002). Não obstante isso, dada a freqüência de novas sugestões de modificações nas técnicas de instrumentação e surgimento de novos sistemas rotatórios, as avaliações comparativas são necessárias para tornar viável e segura suas aplicações na clínica endodôntica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura apresenta a seguinte seqüência:

2.1 trabalhos cujos conceitos norteiam o desenvolvimento das técnicas de instrumentação contemporâneas;

2.2 trabalhos sobre o desenvolvimento das técnicas mecânicas de instrumentação;

2.3 diferentes metodologias empregadas para avaliação das conseqüências da instrumentação;

2.4 aplicação da liga de níquel-titânio na Endodontia e as novas concepções na confecção de instrumentos que ela oferece;

2.5 trabalhos que comparam os resultados da instrumentação realizada com diferentes sistemas mecânicos utilizando instrumentos confeccionados em liga de níquel-titânio.

2.1 CONCEITOS QUE NORTEIAM AS TÉCNICAS DE INSTRUMENTAÇÃO CONTEMPORÂNEAS

Schilder (1974) propôs conceitos para preparo de canais radiculares com o objetivo de se conseguir a limpeza dos componentes orgânicos e sua conformação, possibilitando a obturação hermética do sistema de canais radiculares. Citou o autor, entre outros conceitos, que o preparo deve desenvolver um afunilamento contínuo do terço cervical ao apical, a forma do canal deve ser semelhante à original, o forame deve ser mantido em sua posição e sua abertura deve ser preservada. A técnica para limpeza e modelagem proposta pelo autor compreenderia o uso alternado de limas e alargadores, o uso de brocas de Gates-Glidden para o alargamento dos orifícios de entrada dos canais e o escalonamento do corpo do canal. Destaque é dado à necessidade de recapitulação com instrumentos de menor calibre, para evitar a compactação de raspas dentinárias. Chama atenção, ainda, que em canais curvos a preferência deve ser para o uso de limas.

Mullaney (1979) analisa as técnicas de instrumentação usadas até então para a instrumentação de canais atrésicos e curvos, principalmente raízes méso-vestibulares dos molares superiores, raízes mesiais dos molares inferiores, incisivos inferiores e incisivos laterais superiores. Observou que a instrumentação deve levar em consideração não só a anatomia radicular, mas também a técnica de obturação a ser utilizada. Quando a escolha for a guta-percha, os canais necessitam de maior ampliação e afunilamento. Após analisar alguns trabalhos existentes na literatura, concluiu que a técnica escalonada era a melhor para o preparo de canais curvos e sugeriu uma maneira de ensiná-la e usá-la. Dividiu a técnica em fase I, preparo do terço apical até o instrumento 25 utilizando instrumentos mais finos para recapitulação; e fase II, o escalonamento até o instrumento 40 com recuo de 1mm a partir do instrumento 30. A recapitulação deveria ser feita com a lima 25, última a atingir o comprimento de trabalho, para evitar a compactação de raspas de dentina e regularizar o preparo. Após o escalonamento eram usadas as brocas de Gates-Glidden 2 e 3 para afunilar o preparo nos terços médio e cervical. Novamente a lima 25 era usada até o comprimento de trabalho. Desta maneira se padronizou a técnica escalonada e se associou a ela a utilização das brocas de Gates-Glidden.

A limagem anticurvatura para o preparo de canais curvos foi introduzida por Abou-Rass *et al.* (1980). O propósito da limagem anticurvatura é o direcionamento dos instrumentos contra as áreas de maior massa dentinária para reduzir a possibilidade de perfurações ou “stripping” na região de menor espessura de dentina da raiz. Nos canais curvos, onde especialmente ocorre esta situação, após a remoção das projeções dentinárias sobre as entradas dos canais, os instrumentos, durante a limagem, devem ser direcionados para mesial, méso-vestibular e méso-lingual.

O uso de instrumentos rotatórios como auxiliares no preparo dos canais foi testado por Abou-Rass & Jastrab (1982). Foram utilizados 100 molares inferiores e superiores extraídos de humanos adultos. Os dentes foram divididos em quatro grupos. O grupo 1 foi preparado manualmente com limas tipo K; o

grupo 2 foi associado às limas a broca de Peezo nº 1 até a curvatura ou 4 a 6mm além da câmara pulpar nos canais retos; o grupo 3 teve seu preparo idêntico ao grupo 2, exceto pela troca da broca de Peezo pela broca de Gates-Glidden nº 1; e o grupo 4 teve seus canais instrumentados pelo sistema rotatório Giromatic. Os preparos foram moldados com silicone e sete endodontistas os avaliaram, considerando os seguintes critérios: forma apical do preparo, remoção de aberrações do canal, “flow”, conicidade, uniformidade e lisura do preparo. Os melhores resultados foram obtidos nos grupos 1 e 2.

Goerig *et al.* (1982) introduziram a técnica “step-down” para realização do acesso radicular, uma modificação da técnica escalonada. Dividiram o preparo em três etapas: o acesso coronário, o acesso radicular e a instrumentação do terço apical. O objetivo do acesso coronário e radicular foi a obtenção de uma linha reta até o terço apical. Para a sua realização preconizaram o uso de limas Hedström, a número 15, trabalhando num comprimento aproximado de 16 a 18 mm de profundidade e posteriormente as limas 20 e 25 com 0,5 a 1,0mm aquém da medida da lima número 15. O movimento realizado é de limagem direcionada para a parede oposta à furca, visando à remoção das projeções de dentina e à criação de espaço para que as brocas de Gates-Glidden possam trabalhar como menor risco de fratura. As brocas de Gates-Glidden 2 e 3 foram usadas entre 14 a 16mm e 11 a 13mm de profundidade, respectivamente. O preparo do terço apical ficou mais fácil porque a prévia ampliação dos terços médio e cervical permite um acesso em linha reta dos instrumentos, gerando menor tensão sobre os mesmos. O preparo do terço apical foi realizado pela técnica “step-back”.

Lee (1983) utilizou molares superiores e inferiores com raízes curvas para verificar o efeito do alargamento prévio das entradas dos canais no resultado final do preparo químico-mecânico. Os canais foram preenchidos com corante da Índia. O comprimento de trabalho foi estabelecido introduzindo-se uma lima com suaves movimentos de rotação até seu travamento. O comprimento era, então, comprovado visual e radiograficamente. As limas eram removidas do canal e suas espiras observadas. A presença do corante nas espiras representava a região de

travamento do instrumento dentro do canal. As entradas dos canais foram ampliadas com brocas de Gates-Glidden 2, 3 e 4 e brocas de Peezo. Novamente limas eram introduzidas nos canais, como já descrito anteriormente, e após sua retirada observava-se a região de maior concentração de corante. Nas limas utilizadas antes da ampliação o corante estava mais concentrado a 5mm da ponta do instrumento, freqüentemente estendendo-se para a região do orifício de entrada dos canais. Após a ampliação, a região de maior concentração do corante correspondia à região apical, e limas de maior diâmetro tiveram que ser utilizadas para se conseguir o travamento. As conclusões foram as seguintes: a deposição de dentina resulta num maior estreitamento da região cervical do canal e conseqüentemente um maior travamento da lima nesta região; o alargamento da entrada do canal antes da instrumentação elimina estas interferências e facilita o preparo; e o melhor resultado do alargamento ocorreu quando se utilizaram as brocas de Peezo.

Morgan & Montgomery (1984) avaliaram a técnica “crown-down” sem pressão apical, proposta por Marshall & Pappin. Foram utilizados 40 dentes unirradiculares com curvaturas de 10 a 35 graus. Os dentes do grupo 1 (20) foram instrumentados pela técnica “crown down” sem pressão apical e os do grupo 2 pela técnica “step-back”. Após o preparo, os canais foram moldados com Xantopren Blue e avaliados por quatro endodontistas e um clínico geral de acordo com critérios desejáveis e indesejáveis da instrumentação. A análise estatística evidenciou diferença significativa na avaliação final. A técnica “crown down” recebeu significativamente mais conceito excelente, enquanto a técnica “step-back” recebeu significativamente mais conceito insatisfatório. A técnica “crown-down” sem pressão apical mostrou ser um método efetivo de instrumentação de canais curvos.

Roane *et al.* (1985) descreveram uma técnica de instrumentação inovadora em seus conceitos e movimentos de trabalho que foi denominada “conceito da força balanceada”. A relação de forma com a flexibilidade dos instrumentos endodônticos é um entre os diversos aspectos físicos do preparo do

canal abordado pelos autores. Concluíram ser a lima de seção triangular mais flexível que a de seção quadrangular, em razão da menor área de sua seção, portanto menor quantidade de metal. Propuseram, então, os autores o emprego de instrumentos de seção triangular associado ao uso de movimento de rotação, já que toda a ação produziria uma reação igual e de sentido contrário, o alargamento do canal obedeceria à orientação de seu eixo, dado que a ação de corte durante a rotação praticamente pode anular a força de recomposição gerada pela curvatura do canal sobre o instrumento. A técnica consistiria no emprego de instrumentos de seção triangular, sem arestas cortantes em sua extremidade. Estes trabalhariam em movimentos de rotação, primeiro no sentido horário, entre 90 e no máximo 180° com leve pressão apical, e depois um movimento de aproximadamente 120° no sentido anti-horário, com pressão apical maior ou menor, dependendo do calibre do instrumento, denominado movimento de controle e que proporciona o corte da dentina. Estes movimentos alternados seriam realizados até que se chegasse ao comprimento de trabalho desejado. Limas sucessivamente menos calibrosas seriam usadas em sentido apical e as mais calibrosas, nos terços médio e cervical visando ao escalonamento do preparo.

Willey & Senia (1989) introduziram um novo instrumento chamado SW (Senia e Willey). O SW foi apresentado com as seguintes características: ponta sem corte, para diminuir o transporte do canal e guiar o instrumento até o forame; segmento cortante de 2,5 a 4,0mm de comprimento em vez de 16,0mm como nos instrumentos convencionais, para aumentar o controle sobre a capacidade de corte; e haste lisa com menor diâmetro para aumentar a flexibilidade. Estes novos instrumentos foram utilizados no preparo de canais artificiais em blocos de resina e em dentes humanos extraídos, sendo empregado o movimento de rotação controlada direita e esquerda. Segundo os autores, a instrumentação foi fácil, rápida e mais precisa do que com os instrumentos convencionais, especialmente nos canais curvos onde houve uma significativa redução do transporte do canal.

Uma versão mecânica também foi desenvolvida para o preparo da porção coronária do canal radicular.

Buchanan (2000), no primeiro de uma série de seis artigos, introduziu o conceito de instrumentos com conicidades variáveis que permitiriam pré-definir e tornar mais fácil e rápido o preparo dos canais radiculares. Também demonstra e discute a configuração das limas Greater Taper (GT); instrumentos usinados em liga níquel titânio com conicidades 0.06, 0.08, 0.10, 0.12mm/mm, e, apresenta ainda limas acessórias para canais mais amplos, ou que exigem maior ampliação. Segundo o autor, é muito difícil realizar e ensinar o preparo do canal com os instrumentos convencionais, pois apresentam uma seqüência complexa, com muitos estágios, pobres resultados e possibilidades maiores de iatrogenias. Com esses instrumentos obtém-se um alargamento adequado do terço coronário, diminuindo os riscos de trepanações neste nível. A conicidade uniforme obtida proporciona o mais desejável preparo apical (batente apical), adequada limpeza, favorece e torna segura a obturação.

Na segunda parte da série de trabalhos em que Buchanan (2001) introduziu o conceito de instrumentos com conicidades variáveis é apresentado um guia para orientar a seleção dos instrumentos a serem usados para preparar canais atrésicos e amplos, bem como orientação para uso dos motores e contra-ângulos.

O terceiro trabalho de Buchanan (2001) descreve o preparo de canais amplos com pequeno diâmetro apical usando a técnica GT. Estes canais podem ser preparados com uma ou três limas GT. Inicia-se com a lima GT conicidade 0,10, 0,08 e 0,06, em movimento "crown-down", numa velocidade de 300rpm, e toque com leve pressão. Algumas vezes, o objetivo do preparo pode ser atingido com um único instrumento; porém, frequentemente, ondas de instrumentação são necessárias para alcançar o comprimento de trabalho. Recomenda, ainda, cuidado para que o instrumento não ultrapasse o forame durante a

instrumentação, e que se confirme a forma de resistência apical com uma lima convencional.

A quarta parte desta seqüência de Buchanan (2001) descreve o preparo de canais, cujo forame, tem diâmetro maior que 0,25mm. A seqüência apresentada tem como objetivo, segundo o autor, criar uma resistência linear nos poucos milímetros finais do terço apical. O uso dos instrumentos GT convencionais e dos GT acessórios permite a modelagem e obturação com cones de guta-percha de canais com diâmetro em torno de 0,7mm.

Buchanan (2001) na quinta parte descreve o preparo dos canais de raízes com pequeno diâmetro, tais como incisivos inferiores, pré-molares com três canais, canais vestibulares dos molares superiores e canais mesiais dos molares inferiores. O objetivo nestes casos é conseguir um preparo com conicidade 0,06 ou 0,08. A ampliação da entrada dos canais é feita com a lima GT acessória 35 - 0,12 e logo após realiza-se a seqüência GT 0,10, 0,08, e a lima 0,06 quando necessária. Ocasionalmente, um instrumento 20 conicidade 0,04 é necessário. Uma vez atingido o comprimento de trabalho com a lima GT 0,08 ou 0,06 o objetivo foi alcançado.

No sexto trabalho Buchanan (2001) aborda a instrumentação de canais que apresentam curvaturas abruptas. Recomenda que nestes casos, o canal seja explorado em toda sua extensão, ou o degrau ultrapassado, com uma lima 10 pré-curvada. O canal deve, então, ser alargado com as limas GT rotatórias até o início da curvatura ou imediatamente antes da obstrução. Limas GT manuais pré-curvadas são usadas com cuidado para uniformizar a região apical e coronária.

2.2 AVALIAÇÃO CIENTÍFICA DOS MÉTODOS DE INSTRUMENTAÇÃO MECÂNICOS.

Frank (1967) avaliou um dispositivo mecânico para preparo dos canais radiculares, o Giromatic. Este contra-ângulo realizava movimentos alternados de ¼ de volta à direita e esquerda utilizando instrumentos farpados. Observou o autor

que o Giromatic poderia ser usado como auxiliar no tratamento de canais radiculares curvos e atrésicos, porém não isoladamente.

Uma comparação do preparo de canal realizado com duas peças automatizadas, o Giromatic e W+H com a instrumentação manual convencional, foi realizada por O'Connell & Stephan (1974). Os autores avaliaram os preparos por meio da injeção de silicone mediante os critérios forma, lisura das paredes, eliminação de aberrações morfológicas e preparo do terço apical. Concluíram que a instrumentação manual convencional foi superior e requereu menos tempo para ser realizada que a instrumentação automatizada.

Turek & Langeland (1982) compararam a técnica telescópica e o sistema automatizado Giromatic, mediante os seguintes critérios: remoção de tecido pulpar, pré-dentina e demais resíduos. Os experimentos foram realizados em dentes humanos extraídos, dentes humanos "in situ" e em dentes de macacos. A avaliação dos resultados foi feita por meio da microscopia de luz, demonstrando resultados superiores para a técnica telescópica de acordo com os critérios preestabelecidos. Observaram, ainda, a fratura de instrumentos em vários canais curvos, bem como a formação de degraus, retificação de curvaturas e perda do comprimento de trabalho nos dentes preparados com o Giromatic. Salientaram, os autores, que a superioridade da técnica manual deve-se à grande sensibilidade táctil e ao alcance às irregularidades que se pode obter pelo direcionamento do instrumento a essas áreas, sendo que a sensação táctil pode ainda ser de ajuda na percepção de formação de degraus, perda do comprimento de trabalho e arrombamento do forame.

Campos & Del Rio (1990) avaliaram a forma do canal radicular antes e depois do preparo realizado por uma técnica manual (escalonada) e com peça automatizada (sistema Canal Finder). Foram utilizadas raízes mesiais de molares inferiores, extraídos de humanos, e a comparação foi feita por meio da técnica de Bramante *et al.* (1987). O grupo da técnica escalonada foi preparado com limas K-Flex até o diâmetro apical correspondente ao instrumento 30 e recuo até o instrumento 45. O grupo preparado com o sistema Canal Finder seguiu a técnica

original do fabricante, com limas Kerr para exploração e Hedströen para o alargamento até o 30 como diâmetro cirúrgico e instrumento final 50. As medidas pré e pós-operatórias foram tomadas nos terços cervical, médio e apical por meio de fotomicrografias. Os autores concluíram que, nos terços cervical e apical, a peça automatizada removeu mais dentina do que a técnica escalonada; e ambas promoveram desvio apical, com resultados menos satisfatórios para o sistema Canal Finder. No terço médio, este promoveu transporte maior para mesial e a técnica escalonada, para distal.

Hülsmann & Stryga (1993) compararam o preparo do canal realizado com o sistema Canal Finder, Giromatic, Endoplaner, Intra-Endo 3-LDSY, Endolift, Excalibur, Mecasonic, Cavi Endo e instrumentação manual com alargadores Kerr e limas Hedströen. Utilizaram raízes mesiais de molares inferiores que foram radiografadas e suas curvaturas determinadas previamente ao preparo e, novamente, foram radiografadas e medidas após prepará-las com instrumentos 25 e 35. Os melhores resultados com moderada retificação e poucos casos de perda do comprimento de trabalho foram observados com o Endolift e Giromatic, quando ambos foram comparados com a instrumentação manual.

Arroyo *et al.* (1998) descrevem o uso clínico do contra-ângulo Safety M4, analisando suas características, indicações, formas de uso, vantagens e inconvenientes. O contra-ângulo consiste num sistema que permite conectar limas endodônticas convencionais e realiza movimento de giro no sentido horário e anti-horário de forma alternada, com uma amplitude de 30°. Pode-se trabalhar com velocidade variável, porém o fabricante recomenda 1550 rpm. As limas recomendadas inicialmente foram as Safety Hedstroem, mas qualquer outro tipo de lima pode ser adaptado, o que é mencionado como uma das maiores vantagens do sistema. Permite, segundo os autores, a realização de qualquer técnica de instrumentação “step-back” ou “crown-down”, facilitando a instrumentação mesmo de canais atrésicos e curvos. Mencionam, ainda, que pode ser indicado para auxiliar na remoção de instrumentos fraturados, após a ultrapassagem manual dos mesmos; regularização do canal após a ultrapassagem

de um degrau; na remoção da guta-percha nos casos de retratamento endodôntico e em pacientes com dificuldade de abertura bucal. Contra-indicam seu uso nos casos de ápice aberto.

Smith & Edmunds (1998) compararam o sistema sônico MM 1500 com o sistema mecânico Excalibur 969 com as limas “Shaper” e “Excalibur” respectivamente, de 21 ou 25mm. Os preparos foram realizados de acordo com a recomendação dos fabricantes. Os parâmetros utilizados para a comparação incluíram o tempo gasto no preparo, perda do comprimento de trabalho, deformação ou fratura dos instrumentos, perda de peso dos dentes após o preparo e avaliação geral da forma do canal depois de instrumentados. Uma técnica de microrradiografia foi utilizada para obtenção do traçado da forma do canal antes e depois da realização do preparo. Concluíram que ambas as técnicas prepararam fácil e eficientemente os canais com pouca fadiga para o operador. O sistema sônico MM 1500 foi significativamente mais rápido que o Excalibur. Poucas aberrações na forma dos canais preparados foram observadas com os dois sistemas. Não houve fratura de instrumentos e poucos foram permanentemente deformados.

2.3 DIFERENTES METODOLOGIAS EMPREGADAS PARA AVALIAÇÃO DAS CONSEQÜÊNCIAS DA INSTRUMENTAÇÃO

Gutiérrez & Garcia (1968) avaliaram o preparo dos canais radiculares de 60 incisivos inferiores e sessenta caninos por meio de um microscópio e macroscopicamente pela moldagem dos canais realizada com mercaptana (Permlastic). Trinta incisivos foram preparados com alargadores Kerr e trinta com alargadores e limas números 1-6, de maneira seriada. Os caninos foram preparados da mesma forma, porém até o diâmetro de um instrumento 100 da Maillefer. Na avaliação microscópica, com 40 vezes de aumento, não encontraram diferenças entre os canais instrumentados somente com alargadores ou com alargadores associados a limas. Os modelos dos canais obtidos com mercaptana demonstraram uma alta incidência de prolongamentos dos canais radiculares,

semelhantes à barbatana de peixe, que nunca foram tocados durante a instrumentação. Observaram ainda que as substâncias utilizadas para irrigação, soro fisiológico, hipoclorito de sódio e EDTA, ficam depositadas ao longo das paredes do canal como pequenos cristais tornando mais difícil a adequada obturação dos canais.

Schneider (1971) analisou a forma de preparo do canal radicular obtido com movimento de alargamento em 29 dentes monorradiculares retos, moderada e acentuadamente curvos. A análise da seção do preparo a 1mm aquém do ápice radicular indicou que 80% dos canais retos apresentavam forma circular, enquanto os outros dois grupos somente 40 e 33%, respectivamente, possuíam esta forma. Ao nível de 5mm, 40% dos canais retos e 10% dos moderadamente curvos apresentavam formas circulares, enquanto esta forma não foi encontrada em nenhum espécime dos canais acentuadamente curvos. Para demarcar o grau de curvatura das raízes, realizou tomadas radiográficas vestibulo-linguais e méso-distais. Traçou uma linha paralela ao longo eixo do canal e uma segunda linha partindo do forame apical até o ponto de interseção com a primeira. O ângulo formado pelas duas linhas foi medido através de um transferidor.

Hill & Del Rio (1983) compararam histologicamente o preparo do canal realizado com a lima manual K-Flex e o sistema Dynatrak tendo como grupo controle a lima tipo Kerr. Foram utilizadas 30 raízes mesiais de primeiros molares inferiores, dos quais se instrumentou os canais linguais sendo os canais méso-vestibulares mantidos como controle negativo. As raízes foram processadas histologicamente e cortadas a cada 300 μ a partir do ápice anatômico, coradas com hematoxilina e eosina para observação em microscópio de luz. A análise da planificação das paredes dos canais foi feita por mensuração da porcentagem de pré-dentina e/ou dentina, removida das paredes dos canais méso-linguais comparada com as paredes dos canais méso-vestibulares que não haviam sido instrumentadas. A análise estatística não evidenciou diferenças significativas entre os três grupos na remoção de pré-dentina e/ou dentina radicular. Houve, no

entanto, diferença estatisticamente significativa no tempo gasto para o preparo com o sistema Dynatrak, menor que os outros dois grupos.

Lim & Stock (1987) compararam os riscos de perfuração em canais curvos ao serem utilizadas a técnica “step-back” e a limagem anticurvatura. Sessenta molares inferiores foram usados. Um grupo de 30 dentes, sessenta canais não foram instrumentados; no outro, grupo 30 canais foram instrumentados pela técnica “step-back” e 30 com limagem anticurvatura. Os dentes foram seccionados a 5 e 8mm aquém do ápice e foram medidas as distâncias do canal à parede mesial e do canal à parede da furca, com o auxílio de uma plataforma de microscópio com escala em micrômetro. Concluíram que: a curvatura média das raízes mesiais dos molares inferiores foi de 24,9°; que os canais mesiais dos molares inferiores estão localizados mais próximos da parede da furca do que da superfície mesial, em ambos os níveis, 8 e 5mm; após o preparo com ambas as técnicas, significativamente mais dentina foi removida da parede da furca do que da parede mesial no nível de 8mm; diferenças significativas não ocorreram no nível de 5mm; o risco de perfuração radicular para ambas as técnicas foi maior no nível de 8mm do que no nível de 5mm; 36% dos canais preparados com a técnica “step-back” apresentaram grande risco de “stripping” ou perfuração no nível de 8 mm; a técnica anticurvatura preservou maior quantidade de dentina na parede da furca do que a técnica “step-back” reduzindo os riscos de perfuração, os resultados foram estatisticamente significativos; não foi encontrada correlação entre o grau de curvatura dos canais e os riscos de perfuração.

Bramante *et al.* (1987) apresentaram uma metodologia que permite comparar a anatomia do canal antes da instrumentação com a conformação obtida após o preparo. A anatomia do canal antes do preparo serve como controle. Os dentes eram incluídos em resina autopolimerizável formando um bloco piramidal. Após a polimerização da resina, foram realizados sulcos transversais na superfície proximal deste bloco que serviam como guia. O bloco de resina foi incluído em gesso pedra formando uma mufla. Também na mufla foram confeccionados guias para permitir o perfeito encaixe de suas partes. O dente incluído no bloco de

resina foi seccionado num micrótomo para tecido duro no nível cervical, médio e apical. As seções foram fotografadas e depois de remontadas na mufla os canais foram preparados. Após a instrumentação foram novamente fotografados, as imagens pré e pós-operatórias avaliadas e os resultados analisados estatisticamente. Concluíram os autores que este é um método simples e que permite uma análise qualitativa da instrumentação dos canais radiculares.

Calhoun & Montgomery (1988) utilizaram uma modificação do método de avaliação da instrumentação dos canais radiculares proposto por Bramante *et al.* (1987) para comparar os efeitos produzidos por quatro diferentes técnicas de instrumentação na forma de canais das raízes mesiais de 24 molares inferiores extraídos de humanos. Os critérios avaliados foram os seguintes: capacidade de manter a lima centralizada no canal; quantidade de dentina removida; direção e quantificação do desvio do canal; e a forma final dos canais instrumentados. As técnicas utilizadas foram: grupo A, “step-back” modificada pela Universidade de San Antonio, Texas, realizada com limas K-Flex; grupo B, técnica de força balanceada com limas Flex-R; grupo C, ultra-som Enac com lima Flex-R; e grupo D, ultra-som Enac com lima tipo K Zipperer. Os resultados evidenciaram uma tendência das limas Flex-R com movimento de força balanceada em manter o canal mais centralizado, porém isto não foi estatisticamente significativo. De modo geral a técnica que removeu menor quantidade de dentina foi a “step-back”. Em todas as quatro técnicas ocorreu desvio do canal para a mesma direção em vários níveis. Os canais foram desviados para mesial no terço apical e para distal na região da curvatura e no terço cervical. A forma final do preparo realizado pela técnica de força balanceada foi arredondada; nos demais grupos, foi oval.

A eficiência do sistema Canal Master e limas tipo Kerr em movimento circunferencial de imagem e técnica convencional, foi analisada por meio de microscopia eletrônica por Zmener *et al.* (1994). Foram utilizados 40 incisivos superiores extraídos de humanos, com rizogênese completa e curvaturas entre 30 e 40 graus. Após a instrumentação, as raízes foram desgastadas longitudinalmente, no sentido mesio-distal e preparadas para observação em

microscopia eletrônica. A eficiência foi julgada mediante critérios como: conservação da constrição apical e presença ou ausência de degrau. Os espécimes do grupo Canal Master evidenciaram preparos bem centralizados e cônicos, seguindo o curso inicial do canal. A constrição apical foi geralmente mantida e nenhum degrau foi observado. Espécimes do grupo da lima Kerr exibiram retificação da curvatura, especialmente no terço apical. Nestes casos, maior quantidade de dentina foi removida da parede externa do canal radicular resultando em desvio do forame e severa alteração da constrição apical ou formação de degrau. Observou-se, ainda, que em muitas áreas, de ambos os grupos, permaneciam restos pulpares; porém, estes foram mais evidentes no grupo Canal Master.

Barthel *et al.* (1999) apresentaram um novo método de avaliação das técnicas de instrumentação. A forma do canal, pré e pós-instrumentação, foi determinada pela comparação de imagens obtidas da moldagem do mesmo com silicona de baixa viscosidade. As fotografias obtidas foram digitalizadas, escaneadas e sobrepostas. Os canais foram divididos geometricamente em três terços: apical, médio e coronário, que não tiveram o mesmo comprimento; o tamanho destas seções foi geometricamente determinado pela forma e proporção da curvatura. A quantidade de dentina removida pelo preparo foi determinada em mm quadrados, pela subtração das imagens, para cada segmento, na parte côncava e convexa da curvatura. O método foi aplicado em trinta raízes curvas de molares instrumentadas com o sistema Canal Leader 2000, sistema Profile e instrumentação manual pela técnica “step-back” com alargadores e limas. Os resultados não mostraram diferenças significativas no total de dentina removida entre os sistemas. No entanto, o Canal Leader removeu significativamente mais dentina na parte convexa da curvatura do que o Profile. Houve cinco fraturas de instrumento somente com o sistema Profile. O sistema Canal Leader também produziu uma alta incidência de degrau. Concluíram que esta metodologia permite avaliar em detalhes as diferenças entre os resultados obtidos com as técnicas de instrumentação testadas.

Zaia *et al.* (2000) descreveu um método que permite observar e mensurar o diâmetro da raiz antes e após a instrumentação, usando os próprios dentes como controle, o que neste aspecto apresenta resultados similares aos descritos por Bramante *et al.* No entanto, este método não requer equipamentos caros para o corte dos segmentos (micrótomo) e não há perda de estrutura dentinária durante o corte das raízes. Um sulco foi realizado horizontalmente ao redor da resina, onde o dente estava incluído, no terço apical, médio e cervical, atingindo parte da dentina. Um disco de diamante acoplado a um contra-ângulo para baixa rotação foi utilizado para a realização dos sulcos. A ponta de uma chave de fenda introduzida nos sulcos fraturou os fragmentos. A obtenção das seções radiculares por fratura da raiz apresentou uma vantagem adicional que foi a perfeita união dos fragmentos.

BERGMANS *et al.* (2001) apresentaram uma nova metodologia para avaliação da instrumentação dos canais radiculares usando tomografia computadorizada e desenvolvendo um “software” baseado na construção de um modelo matemático. Os resultados foram um detalhado modelo tridimensional de um molar inferior que foi usado na pesquisa, a possibilidade de avaliar tridimensionalmente a forma do canal antes e após o preparo e a obtenção de valores numéricos para o volume, alteração de volume e do trajeto original do canal. Concluíram que esta metodologia pode ser o caminho para se avaliar quantitativamente a instrumentação dos canais radiculares.

2.4 AS NOVAS CONCEPÇÕES NA CONFECÇÃO DOS INSTRUMENTOS A PARTIR DA LIGA DE NÍQUEL-TITÂNIO

Uma investigação inicial sobre as propriedades de torção e flexibilidade do nitinol usado na confecção de limas endodônticas foi realizada por Walia *et al.* (1988) quando protótipos de limas com diâmetro nº 15 e seção triangular foram confeccionados por processos idênticos, por meio de usinagem, e testados quanto à flexibilidade, resistência à torção em movimento horário e anti-horário. Dos resultados obtidos, concluiu-se que: as limas confeccionadas a partir da liga de

níquel-titânio apresentaram 2 a 3 vezes mais flexibilidade que as limas de aço inoxidável, bem como superior resistência à fratura em movimento de torção no sentido horário e anti-horário. Salientaram que a extraordinária flexibilidade desses instrumentos é resultado do baixo valor do módulo de elasticidade em tensão e cisalhamento da liga nitinol em comparação à liga de aço inoxidável comumente usada na confecção das limas endodônticas. A superior resistência à fratura foi atribuída à ductibilidade da liga níquel-titânio.

A maior flexibilidade em relação ao aço inoxidável confere aos instrumentos a capacidade de acompanharem a curvatura do canal radicular, com mínimo deslocamento apical mantendo a forma original do mesmo (Espósito & Cunningham, 1995; Heck, 1997; Lopes, 1997). Geralmente são usadas em movimento de alargamento, possibilitando conicidade uniforme e uma posição de preparo centrada em relação às paredes do canal radicular (Royal & Donnelly, 1995; Serene, 1995).

Lopes & Siqueira Jr. (1999) referem-se à elasticidade como sendo a capacidade de o material sofrer grandes deformações elásticas ou não permanentes. Deformações plásticas criam deformações permanentes; portanto, resistência à deformação plástica indica resistência do material às deformações permanentes. Outra propriedade interessante a que fazem referência é a plasticidade, definida como a capacidade de o material sofrer grandes deformações permanentes, sem atingir a ruptura; permite avaliar a capacidade de trabalho mecânico que o material poderá suportar, conservando sua integridade física.

As propriedades citadas viabilizaram os instrumentos para uso mecânico-rotatório. Alguns aspectos quanto à instrumentação mecânico-rotatória necessitam ser discutidos mais detalhadamente, para que se possa entender porque ela tem produzido bons resultados, ao contrário de tantas outras tentativas frustradas. Entre eles, destacam-se: o “design” dos instrumentos, a conicidade, a

seriação e o acionamento por motores de baixa velocidade com controle de torque.

Quanto ao “design” dos instrumentos rotatórios, serão analisadas as seguintes características: superfície ou guia radial, ângulo de corte, alívio da superfície radial, ângulo helicoidal e desenho da ponta e área de escape.

Segundo Leonardo & Leonardo (2002) os instrumentos convencionais possuem um ângulo de corte que impede seu giro, sem travamento, quando pressionados em direção apical. Os instrumentos rotatórios apresentam, na sua maioria, áreas de contato. Este plano de contato impede que o instrumento trave nas paredes do canal radicular. Permite que este deslize pelas paredes dentinárias, ampliando o canal com pequeno risco de fratura. Isto representa um desgaste não tão intenso, mas que é compensado pela velocidade com que os instrumentos rotatórios atuam.

Alguns instrumentos apresentam, ainda, uma característica denominada alívio da superfície radial, que é representada pela união das superfícies de corte, e seu alívio significa menor área de contato com a dentina, diminuindo a fricção.

O ângulo helicoidal é formado em relação à linha transversal do longo eixo do instrumento. Quanto maior o ângulo helicoidal, maior o desgaste, mantendo-se a mesma velocidade. No entanto, quando este ângulo é maior do que 45°, o risco de o instrumento cravar em dentina é grande. O ângulo helicoidal dos instrumentos rotatórios é em torno de 35°. A menor efetividade de corte, porém com maior segurança, é compensada pela velocidade. Alguns instrumentos possuem ângulo helicoidal variável. No início da ponta ativa é menor (25°), onde o instrumento é mais frágil, refletindo em menor capacidade de corte; próximo à região superior da parte ativa chega a 35°.

O desenho da ponta ativa da maioria dos instrumentos rotatórios é inativa, resultando num grande ângulo de transição entre a ponta e o corpo do

instrumento. Esta característica diminui sensivelmente a possibilidade de desvio do trajeto original do canal.

As áreas de escape são sulcos presentes nos instrumentos rotatórios que servem para receber raspas de dentina, resultantes da instrumentação. O embotamento das áreas de escape diminui a capacidade de corte. Áreas maiores e/ou mais profundas permitem que o instrumento atue com efetividade por mais tempo.

O segundo aspecto é a conicidade. Lopes (1998) cita que a maior conicidade possibilita que apenas as lâminas de corte da região de maior diâmetro do instrumento tenham contato com as paredes dentinárias, promovendo um maior desgaste na região cervical do canal. Isto favorece a penetração do instrumento de menor calibre que será empregado a seguir. Este, com seção de menor diâmetro, terá somente sua extremidade em contato com a parede do canal, o que diminui o esforço de corte e a possibilidade de fratura. Portanto, de modo geral, pode-se dizer que instrumentos de grande conicidade devem ser utilizados no terço cervical, no terço médio, instrumentos de conicidade intermediária e, no terço apical, instrumentos de pequeno diâmetro e conicidade.

Uma evolução no conceito da importância da conicidade foi introduzida por McSpadden (1996) citado por Thompson & Dummer (1998), os sistemas multi-taper, cujo primeiro representante foi o Sistema Quantec. Estes sistemas apresentam maior aproveitamento da energia mecânica, pois concentram o contato entre a lima e as paredes do canal radicular em pequenas áreas, fazendo com que a energia destinada ao corte seja concentrada em pequenas porções do instrumento. Este melhor aproveitamento da energia mecânica permite o trabalho com menores valores de torque, que, por fim, garante menor risco de fratura dos instrumentos.

Uma outra variação na concepção dos instrumentos endodônticos, incorporada em diferentes sistemas rotatórios, é a seriação. Surgiram instrumentos com diâmetros intermediários ou com incrementos diferentes dos

determinados pelas normas ISO. O objetivo é reduzir as tensões sobre o instrumento ao se passar para um diâmetro imediatamente superior, especialmente nos canais curvos e atrésicos. Pode-se citar como exemplos de diâmetros intermediários os sistemas Canal Master, LightSpeed e as limas Golden Mediums e Easy Endo-Multitaper. Outros propõem incrementos constantes de 29% no aumento do calibre de um instrumento e outro, como o Sistema Profile série 29 (Roig-Cayon *et al.* 1995). Alguns sistemas mantêm o D_0 fixo em alguns instrumentos, variando apenas a conicidade, caso do Sistema Quantec. Estas variações de uma maneira ou outra visam se adequar à proposição dos diferentes sistemas; no entanto, ressalte-se que foram evoluções que viabilizaram a instrumentação mecânica.

Além das modificações do “design” dos instrumentos, os motores utilizados para seu acionamento também sofreram importantes modificações ao longo dos anos. De maneira geral, os motores podem ser classificados em três gerações: motores com velocidade baixa, estável e alto torque, motores limitadores de torque e os motores que apresentam controle de torque (Gambarini, 2000; Bassi, 2002).

Os primeiros, devido ao alto torque, geravam um alto índice de fratura dos instrumentos.

Os motores de segunda geração, apesar da limitação de torque ter sido uma grande evolução para evitar as fraturas dos instrumentos, não apresentaram valores de torque ideal. Em algumas situações havia a liberação de pequena quantidade de torque, para instrumentos que suportavam maior quantidade de força, o que gerava subutilização dos instrumentos; em outras, a liberação de energia era maior do que o máximo que a lima podia suportar e determinava a fratura da mesma.

Os motores de terceira geração utilizam dispositivos eletrônicos controlados por microprocessadores, cujo objetivo é maximizar o aproveitamento da energia mecânica com o máximo de segurança. Uma vez que cada instrumento

apresenta um valor de resistência máximo para executar o trabalho de corte, o microprocessador libera a quantidade exata de energia (torque) necessária. Assim, o instrumento estará trabalhando sempre com sua capacidade máxima e de forma segura (Bassi, 2002).

O controle de torque faz-se automaticamente, de modo que, diante de uma pressão além do normal exercida pelo operador sobre o contra-ângulo, paralisa o motor.

As razões comentadas, até aqui, permitem a percepção da grande evolução ocorrida nos últimos anos, e a compreensão do que tem permitido a utilização de maneira relativamente segura da instrumentação mecânica.

2.5 RESULTADOS DA INSTRUMENTAÇÃO REALIZADA COM DIFERENTES SISTEMAS MECÂNICOS UTILIZANDO INSTRUMENTOS CONFECCIONADOS EM LIGA DE NÍQUEL-TITÂNIO.

Roig-Cayón *et al.* (1995) expuseram as mudanças ocorridas nos últimos dez anos no campo da instrumentação dos canais radiculares e sua experiência com os sistemas de instrumentação mecânico-rotatória Lightspeed e Profile, comentando suas características e método de utilização, bem como sua valorização clínica. Dentro das mudanças no desenho dos instrumentos, chamam a atenção para a modificação da guia de penetração, de cortante para não cortante, para o surgimento de instrumentos com redução de sua parte ativa com haste mais fina e não cortante, características de instrumentos como o Canal Master e Flexogates. Comentam, ainda, sobre as mudanças na seção transversal dos instrumentos, chamando a atenção para aquela que supostamente apresenta características mais importantes, a seção em tríplice U e arestas planas. Outra modificação citada foi o aparecimento de instrumentos com numeração intermediária aos determinados pelas normas da ISO. Dentre eles destacam o Sistema Profile Série 29, que propõe um incremento constante de 29% no calibre dos instrumentos e conicidade de 0,04.

Short *et al.* (1997) compararam os sistemas rotatórios Profile, Lightspeed, McXim e a instrumentação manual realizada com limas Flex-R. A avaliação foi feita por uma modificação do método proposto por Bramante *et al.* (1987). Foram utilizadas raízes mesiais de molares inferiores com rizogênese completa. O comprimento dos canais foi padronizado em 10mm por desgaste da estrutura coronária. As raízes foram montadas numa mufla preenchida com resina e após a polimerização cortadas a 1, 3 e 5mm aquém do comprimento de trabalho. Todas as seções foram filmadas antes e após a instrumentação com os instrumentos 30 e com o instrumento final 40. Um programa de computador analisou as mudanças da área do canal e a centralização do preparo em cada estágio da instrumentação. Também o tempo gasto para preparar os canais foi computado. Os sistemas rotatórios mantiveram canais melhor centralizados do que a instrumentação manual realizada com limas Flex-R. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os sistemas rotatórios em nenhum nível. As diferenças entre as técnicas rotatórias e a manual foram mais pronunciadas com o instrumento 40 do que com o instrumento 30. Os sistemas mecânicos foram significativamente mais rápidos do que a instrumentação manual.

Thompson & Dummer (1998) avaliaram, em canais simulados, os instrumentos rotatórios confeccionados em liga de níquel titânio Mity Roto 360° e Naviflex. Um total de oitenta canais foi utilizado, com quatro diferentes formas em termos de ângulo (20 ou 40°) e posição da curvatura (iniciando 8 e 12 mm a partir da entrada do canal). De maneira geral, o tempo médio gasto para o preparo usando os instrumentos Mity foi 5,9min e 5,81min com os instrumentos Naviflex. A forma do canal não teve nenhum efeito no tempo do preparo. Não houve fratura de instrumentos; porém, 14 instrumentos Naviflex e 2 Mity foram deformados. A maioria dos canais preparados com ambos os instrumentos manteve o comprimento e não foi influenciada pela sua forma. A presença de “stop apical” ocorreu em 72% dos casos instrumentados com os instrumentos Mity e em 82% dos casos instrumentados com os instrumentos Naviflex. Uma forma harmônica do canal, sem mudança abrupta de direção ou presença de degrau foi encontrada em

metade dos canais preparados com os instrumentos Mity; no entanto, a conicidade do preparo foi considerada pobre na quase totalidade dos espécimes. Tanto a harmonia de forma quanto a conicidade foram consideradas pobres nos espécimes preparados com os instrumentos Naviflex.

Thompson & Dummer (1998), novamente utilizando os instrumentos rotatórios Mity e Naviflex e canais simulados, avaliaram a forma dos canais obtida após a instrumentação. Observaram a prevalência de aberrações como presença de “zip” ou deformações em forma de cotovelo, quantidade e direção do desvio do canal e aspectos gerais do preparo. Foram obtidas imagens pré e pós-operatórias dos canais, utilizando-se uma filmadora acoplada a um computador, que foram analisadas por meio de um “software”. Nenhum caso de formação de “zip” ou cotovelo foi encontrado com ambos os instrumentos. A presença de degrau foi encontrada em 50% dos canais preparados com os instrumentos Mity e 72% nos canais preparados com os instrumentos Naviflex. Diferenças estatisticamente significativas em relação à ocorrência de degraus foram encontradas entre os canais com 40°(35) e 20° (14) de curvatura. Não ocorreu perfuração ou zona de perigo. A direção do desvio do canal no extremo apical do preparo foi mais freqüentemente encontrada na parte externa da curvatura nos canais preparados com os instrumentos Naviflex; já os instrumentos Mity apresentaram um resultado mais balanceado. De modo geral, a média de desvio do canal foi pequena e ficou abaixo de 0,1mm em todas as posições, exceto no orifício de entrada.

Bryant *et al.* (1998) avaliaram o sistema Profile 04 com o diâmetro da ponta obedecendo ao padrão ISO em canais simulados confeccionados em resina. Um total de 40 canais, com quatro diferentes forma em termos de ângulo e posição da curvatura, foram preparados pelo sistema usando uma técnica “crown-down” recomendada pelo fabricante. Observaram a prevalência de aberrações, quanto à direção do desvio do canal e a forma geral do preparo. Em 37 canais avaliados no total houve formação de “zips” em 24% e degrau em 3%, nenhuma perfuração ou grande aproximação com a zona de perigo foi encontrada. Houve diferença estatisticamente significativa, ao se avaliar a forma dos canais, entre a

incidência de “zips” e forma de cotovelo, mas não na distância do extremo final do preparo. Em posições específicas ao longo do canal houve diferenças significativas entre os tipos de canal em termos de média total de amplitude; especialmente nos espécimes de 40° de curvatura, que foram mais amplos. Esta tendência se confirmou com maior desgaste na parte externa da curvatura para os canais de 40° e na parte interna da curvatura para os canais de 20°. Concluíram que o Sistema Profile com diâmetro padrão ISO produziu um maior número de “zips” do que o esperado; no entanto, o grau de “zips” foi limitado e relativamente menor.

Shadid *et al.* (1998) utilizaram 38 canais radiculares de molares inferiores, entre 20° e 35° de curvatura, para estudar o efeito produzido pela instrumentação realizada com limas Flex-R empregando movimento de força balanceada e com o sistema mecânico-rotatório Lightspeed. A avaliação foi realizada por “slides” feitos antes e após a instrumentação, que foram projetados, e o traçado das raízes e dos canais copiados. Estas imagens foram escaneadas e um programa de computador calculou o deslocamento do canal do centro da raiz e a área dos canais nos níveis do terço apical e médio. Os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente significativa no deslocamento do canal no terço apical e na área do canal após a instrumentação, com menores valores para o sistema Lightspeed. No terço coronário, as diferenças não foram significativas. Também não houve correlação entre o ângulo de curvatura da raiz, deslocamento do canal e a área produzida após a instrumentação.

Portenier *et al.* (1998) apresentaram um estudo utilizando pré-molares com dois canais e molares, instrumentados pela técnica “step-back” com limas Flexofile e o sistema mecânico-rotatório Light-speed. Avaliaram cortes transversais das raízes realizados a 1,25mm, 3,25mm e 5,25mm aquém do ápice. Estes foram fotografados antes e depois da instrumentação e suas imagens escaneadas. A distância entre o centro dos canais, antes e depois da instrumentação, foi calculada, determinando a habilidade de o canal permanecer centralizado durante preparo. Também foram mensuradas as áreas dos canais

após a instrumentação e relacionadas aos instrumentos utilizados. O sistema Lightspeed causou significativamente menor deslocamento do canal de seu centro, e o aumento médio da área após a instrumentação também foi significativamente menor do que o grupo da técnica “step-back”.

Thompson & Dummer (1998) avaliaram o sistema mecânico rotatório Quantec 2000 utilizando 40 canais artificiais com ângulos de 20 e 40° e curvaturas posicionadas a 8 e 12mm da entrada. O tempo médio necessário para o preparo foi de 5,7min e foi significativamente influenciado pela forma do canal. Houve fratura de um instrumento e deformação de três outros, no entanto, a forma do canal não teve influência significativa. Nenhum canal foi bloqueado por partículas de resina desprendidas durante a instrumentação. A maioria dos canais manteve o comprimento de trabalho (26 de 40), porém as alterações do comprimento foram influenciadas significativamente pelo grau de curvatura dos canais. A análise da forma dos canais revelou que o sistema Quantec 2000 produziu preparos com “stop” apicais bem definidos, paredes lisas e boa conicidade. Os canais com 40° de curvatura apresentaram estas qualidades em um número menor de casos. Concluíram que sob as condições do estudo, o sistema Quantec 2000 preparou canais artificiais rápida, seguramente e com boa forma tridimensional.

Novamente, Thompson & Dummer (1998), numa seqüência do trabalho anterior, avaliaram o sistema mecânico rotatório Quantec 2000 quanto à prevalência de aberrações do canal após o preparo, a intensidade e direção do desvio e a forma geral do canal. Houve uma incidência significativa de aberrações; vinte e um “zips” e canal com forma de ampulheta foram criados durante o preparo, quatro perfurações e três degraus. O desvio do canal no terço apical foi mais freqüentemente direcionado para a parte externa da curvatura, sem exceção para os canais com 40° de curvatura. O desvio do canal, no início da curvatura, foi mais equilibrado entre a parte interna e externa da curva, embora tenha prevalecido a tendência do desvio para a parte externa. Nas condições em que foi realizado este estudo, os autores concluíram que o sistema Quantec 2000 criou

um número relativamente grande de aberrações, e que por isso não seria indicada a sua utilização em toda a extensão do canal.

Uma avaliação “in vitro” do preparo do canal realizado com o sistema rotatório Profile conicidade .04 e a associação Profile conicidade .04, .06 e os alargadores de orifício, tendo como grupo controle a instrumentação realizada com limas Profile manual conicidade .02, auxiliada pelas brocas de Gates-Glidden, foi realizada por Kavanagh & Lumley (1998). Foram utilizadas raízes méso-vestibulares de 30 molares superiores divididas em grupos de 10. O desvio do canal foi avaliado nos terços apical, médio e coronário por meio de dupla exposição radiográfica. Também foi computado o tempo gasto para a realização dos preparos. Os resultados não mostraram diferença significativa no desvio do canal nos terços cervical, médio e apical entre as três técnicas. O tempo de trabalho foi significativamente menor no grupo Profile 0,04.

Uma análise da centralização do canal após a instrumentação com quatro sistemas rotatórios foi realizada por Kosa *et al.* (1999). Foram utilizadas 45 raízes mesiais, 62 canais de molares inferiores incluídos em resina, usando uma mufla de Bramante modificada. As raízes foram divididas em quatro grupos usando os seguintes sistemas: Profile Série 29, Quantec 2000, contra-ângulo Endo Gripper com limas Flex-R e limas Shaping Hedstrom com contra-ângulo M4; e seccionadas a 2mm do ápice e no nível da curvatura. A avaliação foi feita por sobreposição das imagens pré e pós-operatórias obtidas por “slides” sendo foi calculada a proporção do desvio do canal de seu centro. O sistema Quantec produziu significativamente maior desvio do canal no nível apical do que o sistema Profile Série 29. Não houve outra diferença significativa em qualquer nível. Também não houve diferenças significativas na direção do desvio do canal entre os grupos, bem como não foi relatado desvio na direção da curvatura do canal. O menor tempo de preparo foi com o sistema Profile Série 29, seguido do Endo Gripper com limas Flex-R, Quantec 2000 e contra-ângulo M4 com as limas Shaping Hedstrom.

Kum *et al.* (2000) utilizando canais artificiais confeccionados em resina, compararam três técnicas de instrumentação com o sistema mecânico-rotatório Profile (Profile conicidade .04; conicidade .04 combinada com a .06; e Profile GT associada ao Profile conicidade .04) com a técnica manual “step-back” realizada com limas Flexofile. Avaliaram as alterações no comprimento de trabalho, deformações do canal (desvios, degraus e perfurações), tempo de trabalho e quantidade de resina removida no terço coronário dos canais. A análise foi feita por comparação das imagens realizadas antes e depois da instrumentação. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos do Sistema Profile quanto ao tempo de preparo, mudança no comprimento de trabalho e deformações do canal; porém, estas diferenças foram significativas em comparação com a técnica “step-back”. Quanto à quantidade de resina removida no terço coronário dos canais, o grupo Profile .04 apresentou um desgaste significativamente menor que os demais grupos. Concluíram que o uso de instrumentos de maior conicidade no terço cervical diminui a incidência de deformações do canal e facilita a obturação; que o aumento no número de instrumentos, necessários para este preparo, não altera significativamente o tempo de trabalho; e que o uso de instrumentos muito calibrosos no terço apical deve ser cuidadosamente analisado, pois aumenta a possibilidade da ocorrência de deformações do canal.

Thompson & Dummer (2000) avaliaram o sistema rotatório HERO 642 num total de 40 canais artificiais confeccionados em resina, com curvaturas de 20 e 40 graus, posicionadas a 8 e 12 mm da entrada dos canais. A eficácia do sistema foi avaliada em termos de tempo de preparo, fratura de instrumento, bloqueio do canal e perda do comprimento de trabalho. Os resultados mostraram um tempo médio de preparo de 8,6 minutos e foi influenciado significativamente pela forma do canal. Houve fratura de 2 instrumentos e deformação de 8, com diferenças significativas entre as formas de canal. Quinze canais mantiveram o correto comprimento de trabalho, 15 perderam distância e 8 ganharam comprimento. A análise das impressões dos canais demonstrou que 79%

apresentou formação de “stop apical”, também influenciado significativamente na sua qualidade pela forma dos canais, as paredes apresentavam-se lisas, porém, com pobre conicidade em 79% dos casos. Concluíram que o sistema HERO 642 preparou os canais artificiais rapidamente, mas com uma forma tridimensional carente de uma adequada conicidade.

Thompson & Dummer (2000) em uma segunda avaliação do sistema analisaram as deformações como “zip”, desgaste das paredes interna e externa da curvatura, formação de cotovelos, degraus e perfurações. Concluíram que o sistema HERO 642 produziu canais com poucas aberrações e nenhuma perfuração. As poucas deformações que ocorreram foram nos canais com curvaturas mais agudas e próximas da embocadura.

Jardine & Gulabivala (2000) compararam o preparo dos canais realizados em molares e pré-molares de humanos, com três diferentes técnicas: grupo 1 técnica bi-escalonada com limas Flexofile, grupo 2 Sistema McXim, e grupo 3, Sistema Profile 0,04 série 29. A avaliação foi realizada por meio de radiografias padronizadas, pré e pós-operatórias, e com o uso de mercúrio, preenchendo os canais, como meio de contraste. A comparação das radiografias pré e pós-operatórias permitiu a mensuração das mudanças na dimensão dos canais (mudança na posição das paredes internas e externas em intervalos de 1mm). Concluíram que o grau de curvatura dos canais não influenciou na eficiência das técnicas. Não houve diferenças estatísticas entre os grupos, bem como na mudança da posição das paredes do canal em nenhum nível, exceto no terço apical onde mudanças significativamente menores ocorreram em todos os grupos.

Rhodes *et al.* (2000) compararam a forma dos canais radiculares por meio de tomografia computadorizada realizada antes e após o preparo. Foram utilizados 10 molares inferiores (30 canais) preparados, metade manualmente, com limas Nitiflex e movimento de força balanceada, e metade com o protótipo do Sistema Profile conicidade 0,04 trabalhando no sentido coroa-ápice, até o diâmetro apical 25. Foi analisada a área de dentina removida em diferentes níveis

(2.0, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5mm) aquém do ápice, o desvio do trajeto original do canal e sua centralização. A imagem reconstituída nestes níveis foi comparada à imagens de vídeo com as seções criadas após o segundo escaneamento. O volume de dentina removida nos 7,5mm apicais dos canais pelas duas técnicas foi calculado e comparado. A imagem tridimensional foi usada para avaliar a qualidade do preparo. Também o tempo consumido para a instrumentação foi observado. Os resultados não evidenciaram diferenças significativas entre as duas técnicas. Ambas produziram como resultado final canais cônicos e bem centralizados na raiz.

Deplazes *et al.* (2001) compararam o aumento da área e o deslocamento do canal do centro da raiz após a instrumentação com o sistema mecânico-rotatório Lightspeed e instrumentação manual escalonada com limas Nitiflex. Dois grupos compostos de 11 molares inferiores e superiores, totalizando 22 espécimes, foram cortados transversalmente a 1,25mm, 3,25mm e 5.25mm do ápice radicular e fotografados antes da instrumentação. Feito isso, os dentes foram remontados numa mufla e instrumentados até o diâmetro apical 50 com escalonamento até 65 no grupo do sistema Lightspeed; e diâmetro apical 40 escalonado até o diâmetro 60 para a instrumentação manual com limas Nitiflex. Após a instrumentação, os segmentos foram fotografados novamente e as imagens sobrepostas e analisadas eletronicamente. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significativas de deslocamento e aumento da área do canal entre os dois grupos.

Schäfer (2001), utilizando canais artificiais confeccionados em blocos de resina com curvaturas de 28º e 35º, comparou o sistema mecânico-rotatório HERO 642 trabalhando no sentido coroa-ápice, conforme recomendado pelo fabricante, com a instrumentação manual utilizando limas Flexofile em movimento de alargamento. Em ambos os grupos o diâmetro apical final foi equivalente ao instrumento 35. Um programa de computador comparou a forma final dos canais por meio de imagens realizadas antes e após a instrumentação, em 20 diferentes pontos, começando a 1mm aquém do ápice. Computaram-se, o tempo de

instrumentação, a perda do comprimento de trabalho e número de instrumentos fraturados. Os resultados mostraram que os canais foram melhor modelados e apresentaram menor desvio, em ambas as curvaturas, com o sistema HERO 642. Três instrumentos HERO fraturaram; nenhuma lima Flexofile fraturou. O sistema HERO, nos canais com 28º de curvatura, mostrou ser significativamente mais rápido e com melhor manutenção do comprimento de trabalho do que as limas Flexofile. Essas diferenças não foram significativas nos canais com curvaturas de 35º.

Hülsmann *et al.* (2001) compararam os sistemas rotatórios com instrumentos de liga níquel-titânio HERO 642 e QUANTEC SC. Foram utilizados 50 molares inferiores com curvaturas entre 20º e 40º que foram incluídos em uma mufla. O diâmetro final do preparo foi 45 para o Quantec SC e 40 para o sistema HERO 642. Os parâmetros avaliados foram retificação da curvatura dos canais, diâmetro do canal após o preparo, segurança durante o preparo, incluindo aspectos como: fratura dos instrumentos, perfurações, obstrução apical do canal e perda do comprimento de trabalho; observaram, ainda, a capacidade de limpeza e o tempo de trabalho. Os resultados mostraram que ambos os instrumentos mantiveram bem a curvatura dos canais; sendo a média de retificação 2,3º e 1,6º para o sistema Quantec e HERO 642, respectivamente. O sistema Quantec apresentou maior incidência de acidentes (cinco instrumentos fraturados, três casos de bloqueio apical do canal e oito casos de perda do comprimento de trabalho), o sistema HERO 642 apresentou três casos de bloqueio apical e um de perfuração. A avaliação da qualidade final do preparo mostrou 63% de canais circulares, 24% ovais e 17% de canais irregulares para o sistema HERO 642; o sistema Quantec SC apresentou 24% dos casos com canais circulares, 29% com forma oval e 47% de canais com conformação final irregular. O tempo de instrumentação foi significativamente menor com o sistema HERO 642 (52s) do que com o sistema Quantec (117s). Quanto à limpeza das paredes dos canais, considerando-se a presença de “debris” e “smear layer”, o sistema HERO 642 também foi melhor.

Fabra-Campos & Rodríguez-Vallejo (2001) analisaram 20 canais méso-vestibulares de molares superiores e raízes mesiais de molares inferiores preparados com o sistema Quantec 2000 seguindo os passos da técnica proposta pelos fabricantes. As raízes foram seccionadas transversalmente em quatro níveis, apical, médio-apical, médio-coronário e coronário, e fotografadas antes e depois da instrumentação. As imagens foram digitalizadas e divididas por quadrantes (quadrante 1, méso-vestibular; quadrante 2, méso-lingual; quadrante 3, disto-vestibular; quadrante 4, disto-lingual) e o aumento da área por quadrante foi avaliada, bem como o deslocamento do canal do centro da raiz. Os resultados mostraram que houve um moderado deslocamento do canal sem diferença significativa nas várias seções, exceto no terço médio-apical, onde houve um significativo deslocamento para mesial; porém, de modo geral, a ampliação do canal foi simétrica. Concluíram que o sistema Quantec 2000 é de uso fácil e seguro e cria uma boa ampliação tridimensional do canal.

Griffithis *et al.* (2001) avaliaram a forma do preparo realizado com o sistema rotatório Quantec SC utilizando canais artificiais confeccionados em resina, variando a posição da curvatura (8 e 12mm da entrada dos canais) e o grau de curvatura (20° e 40°). Uma câmara de vídeo foi utilizada para fazer uma seqüência de imagens - pré-operatória, após o preparo com o instrumento 7 (diâmetro 25 e conicidade 0.05), seguido da utilização do instrumento 8 (diâmetro 25 conicidade 0.06) e, na seqüência do uso do instrumento 10 (diâmetro 45 conicidade 0.02). As imagens foram sobrepostas e a forma e posição dos canais analisadas com o auxílio de um programa de computador. Os resultados mostraram que, de modo geral, os canais com curvaturas posicionadas a 12mm de sua embocadura foram preparados mais rapidamente que os canais com curvaturas posicionadas a 8mm de distância; a variação da angulação dos canais não influenciou nos resultados. Não ocorreu deformação ou fratura de instrumentos, exceto um em que a parte ativa separou-se do cabo. Também houve manutenção da patência em todos os casos. As conclusões foram que, sob as condições de realização do trabalho, a utilização do sistema Quantec SC

resultou em aberrações na forma dos canais preparados com os instrumentos n°s 7, 8 e 10, principalmente na parede externa da curvatura, e por isso esse sistema deve ser usado com cuidado no preparo de dentes naturais.

Gluskin *et al.* (2001) compararam os efeitos do preparo realizado com limas convencionais de aço inoxidável (Flexofile) associadas a brocas de Gates-Glidden ao preparo realizado com instrumentos rotatórios GT. Utilizaram 54 canais de raízes mesiais de molares inferiores que foram preparados por estudantes de Odontologia. Em ambas as técnicas foi realizada uma abordagem “crown-down”. As imagens dos canais foram obtidas por tomografia computadorizada, em quatro níveis, antes e após o preparo dos canais. Foram analisadas as mudanças na área e desvio do canal, bem como o remanescente de estrutura radicular nos níveis estabelecidos. Também foi computado o tempo de preparo. Concluíram que os instrumentos rotatórios de níquel-titânio GT produziram menor alteração na área dos canais, menor desvio e maior conservação da estrutura radicular em comparação à técnica manual com instrumentos convencionais. A instrumentação rotatória também foi mais rápida.

Hata *et al.* (2002) compararam o preparo do canal com o sistema mecânico-rotatório Profile Série 29 0,04 e 0,06, instrumentos rotatórios GT e instrumentação manual com a técnica de força balanceada e limas Flex-R. Foram utilizados 160 canais confeccionados em blocos de resina com 20 e 30 graus de curvatura. A análise foi realizada por sobreposição das imagens pré e pós-operatórias e calculada a quantidade de material removido na parte interna e externa da curvatura nos 5mm finais do canal. Foi medido também o tempo gasto para o preparo, incluindo a irrigação e o tempo usado para a troca de instrumentos. Os resultados mostraram que a 1mm do ápice, o maior desgaste ocorreu na parede externa da curvatura, com exceção do grupo em que a instrumentação foi realizada com limas Flex-R e força balanceada, onde o maior desgaste foi da parede interna do canal. A técnica de força balanceada requereu mais tempo para sua realização do que as técnicas rotatórias. Os autores concluíram que esta nova geração de instrumentos, mecânico-rotatórios de liga

níquel-titânio, é extremamente efetiva e que reduz consideravelmente a fadiga do operador e do paciente.

Ponti *et al.* (2002) avaliaram a capacidade do sistema Profile Série 29 conicidade 0,06 e Profile GT de manter a centralização do canal. Utilizaram 20 canais mesiais de molares inferiores com forames distintos que foram divididos em dois grupos baseados na curvatura e morfologia dos mesmos. Os dentes foram incluídos em resina composta usando uma cuba endodôntica como molde e foram seccionados em cinco níveis. Os dois grupos foram distribuídos aleatoriamente em um dos canais mesiais e a instrumentação realizada no sentido coroa-ápice, até o diâmetro 0,217 para o sistema Profile e 0,20 correspondente ao diâmetro do instrumento GT 0,06, para este grupo. Fotografias digitais foram feitas da parte interna de três cortes, sendo o primeiro corte realizado 5mm aquém do ápice. O desvio do canal foi analisado pela sobreposição das imagens do canal instrumentado e não instrumentado usando o sistema Adobe Photoshop. Ambos os sistemas mantiveram o caminho do canal com um desvio mínimo do seu trajeto original. A maior média de desvio foi menor que 0,15mm.

Calberson *et al.* (2002) avaliaram o desempenho dos instrumentos rotatórios GT ao preparar canais artificiais confeccionados em resina com quatro diferentes formas em termos de ângulo (40 e 60°) e posição da curvatura (extensão da parte reta antes da curvatura: 8 e 12 mm). Os preparos foram realizados utilizando as técnicas “crown down” e “step-back”. Fotografias pré e pós-operatórias foram superpostas e um sistema de análise de imagens foi utilizado para a avaliação. As mensurações foram realizadas em cinco diferentes pontos: no orifício de entrada dos canais (O); na metade da parte reta do canal (HO); no início da curvatura (BC); no ápice da curvatura (AC); no forame (EP). Os resultados apontaram a fratura de dois instrumentos e a deformação de nove. De modo geral, ocorreu a formação de 8 “zips” e 1 degrau foi criado. Diferenças significativas ocorreram em todos os tipos de canal nos pontos AC, BC e HO. A quantidade de resina removida da parte externa da curvatura foi significativa nos níveis AC, BC e HO; e na parte interna da curvatura em todos os cinco pontos

mensurados. O desvio do canal em direção à parede interna da curvatura ocorreu nos canais com 12mm de extensão da parte reta independentemente do ângulo de curvatura; em direção à parte externa da curvatura, nos canais com 8mm de extensão da parte reta e 40° de curvatura em todos os cinco pontos mensurados, e nos níveis AC, BC e HO nas curvaturas de 60°. Concluíram que as limas rotatórias GT produziram canais com forma aceitável. Em canais estreitos e curvos, a extensão da parte reta determinou a direção do desvio mais acentuadamente que o ângulo da curvatura. Nos canais com 60° de curvatura, foi encontrada uma alta incidência de instrumentos conicidade 0,04 deformados.

Bergmans *et al.* (2002) compararam por meio de tomografia computadorizada combinada a um “software” apropriado que proveram dados em três dimensões e com alta resolução, o preparo do canal realizado com o sistema rotatório Lightspeed e com limas GT também rotatórias e ambos confeccionados com liga níquel-titânio. O objetivo foi verificar a influência da haste cilíndrica, flexível e sem corte dos instrumentos Lightspeed, e da haste com conicidade variável e corte ativo das limas GT, no preparo de canais mesiais de molares inferiores. Mediante valores numéricos, avaliaram-se o volume de dentina removida, desvio da direção original do canal após o preparo, a centralização do mesmo e a inspeção visual de aberrações porventura ocorridas. Os resultados indicaram que as limas GT removeram significativamente mais dentina do terço médio para o terço apical em comparação ao Lightspeed. Ambos apresentaram tendência de retificação do canal, porém sem diferenças significativas. No entanto, os valores absolutos de desvio e centralização do canal foram pequenos e também não foram encontradas aberrações.

Peters *et al.* (2003) avaliaram o desempenho dos instrumentos de níquel-titânio ProTaper em molares superiores extraídos de humanos. Os canais foram tridimensionalmente reconstruídos por meio de tomografia computadorizada; e a avaliação do volume, área, espessura das paredes, desvio do canal, superfície preparada, foi realizada. Os resultados mostraram aumento significativo, porém similar em todos os canais. Deficiências no preparo não foram

freqüentes. O aumento do diâmetro dos canais a 5mm do ápice foi de 0,38 para 0,65mm, 0,42 para 0,66mm e 0,57 para 0,79mm para os canais méso-vestibular, disto-vestibular e palatino, respectivamente. O desvio apical ficou entre 0,02 a 0,40mm independentemente do canal. Os canais mais amplos tiveram uma proporção significativamente maior de áreas não modeladas do que os canais mais atrésicos.

Garala *et al.* (2003) usaram 26 raízes de molares inferiores, cortadas transversalmente nos níveis apical e cervical, para comparar a menor espessura de parede dentinária remanescente, após a instrumentação realizada pelos sistemas rotatórios Hero 642 e Profile. Os resultados evidenciaram mínima redução na espessura das paredes dos canais radiculares; e não houve diferença significativa entre as técnicas.

Bergmans *et al.* (2003) compararam a instrumentação com o sistemas rotatórios ProTaper (conicidade progressiva) com o sistema K3 (conicidade constante). Através de tomografia computadorizada e de um “software” foram avaliadas as imagens tridimensionais dos canais mesiais de dez molares inferiores. As imagens foram obtidas antes e depois da instrumentação. Foram obtidos valores numéricos para volume, curvatura, quantidade de dentina removida e centralização do canal, e adicionalmente uma inspeção da forma do canal foi realizada. O ProTaper removeu um volume maior de dentina e foi o que apresentou também maior desgaste de dentina em medida linear. O deslocamento do canal apresentou padrão diferente para as técnicas testadas. O deslocamento em direção à furca foi maior com o ProTaper, enquanto o deslocamento no sentido externo na curvatura, no terço apical, ocorreu somente com o K3.

Schäfer & Vlassis (2004) usaram canais artificiais confeccionados em resina com curvaturas de 28 e 35° para comparar o desempenho dos sistemas rotatórios ProTaper e RaCe. Foram analisadas imagens obtidas antes e depois da instrumentação por meio de um programa de computador. O material removido foi medido em 20 pontos, começando a 1mm do ápice. A incidência de aberrações na forma dos canais, o tempo de preparo, as mudanças no comprimento de trabalho

foram também observados. Os resultados permitiram concluir que: os dois sistemas prepararam rapidamente canais curvos confeccionados em resina; que o sistema RaCe manteve melhor a curvatura original dos canais e que o sistema ProTaper mostrou maior tendência de desgastar a parede externa da curvatura.

Na seqüência do trabalho anterior, novamente, Schäfer & Vlassis (2004) testaram os sistemas ProTaper e RaCe, agora, utilizando 48 canais de molares superiores e inferiores com curvaturas entre 25 e 35° divididos em dois grupos de 24 canais. A metodologia e os critérios de avaliação usados foram os mesmos descritos no trabalho anterior. Os resultados mostraram fratura de dois instrumentos ProTaper e três instrumentos RaCe. Nenhum canal apresentou limpeza completa. O sistema RaCe removeu maior quantidade de “debris” , manteve a curvatura original do canal significativamente melhor que o ProTaper; e a remoção de “smear layer” e o tempo foram similares para ambos os grupos.

Calberson *et al.* (2004) avaliaram o sistema ProTaper em canais artificiais confeccionados em resina com curvaturas de 20 e 40° posicionadas a 8 e 12mm da entrada dos canais. A avaliação foi feita por meio de fotografias pré e pós-operatórias usando uma máquina fotográfica digital. As medidas foram realizadas em cinco pontos: no orifício de entrada do canal (O), na metade da parte reta do canal (HO), antes da curvatura (BC), no ápice da curvatura (AC) e no final do canal (EP). Os resultados foram os seguintes: 10 instrumentos sofreram deformações e um fraturou, houve diferença significativa na quantidade de resina removida em todos os tipos de canal, na parte interna da curvatura, em todos os pontos avaliados; e na parte interna da curvatura nos ponto HO, AC e EP. O desvio do canal em direção à parte interna da curvatura ocorreu em todos os tipos de canal no ponto BC, para a parte externa da curvatura, no ponto EP, em todos os canais com distância da parte reta à curvatura de 12mm. Nos canais em que esta distância era de 8mm, quatro zonas de perigo foram encontradas. Todas as deformações encontradas ocorreram depois do uso dos instrumentos F2 e F3. Concluíram que o sistema ProTaper mostrou um desempenho aceitável em todos os tipos de canal. Quando os instrumentos F2 e F3 são usados em canais curvos,

deve-se ter cuidado para prevenir desgaste excessivo na parte interna da curvatura, criando zonas de perigo.

Foschi *et al.* (2004) compararam por meio de microscopia eletrônica de varredura o desempenho do sistema ProTaper e Mtwo seguindo os seguintes critérios: presença de “smear layer”, restos pulpares, partículas de dentina e contorno do canal. Utilizaram na avaliação 24 dentes unirradiculados extraídos de humanos que foram secionados no nível apical, médio e coronário. Diferenças significativas foram encontradas entre o terço apical e os terços médio e coronário, para ambos os grupos. Nenhuma diferença significativa foi observada entre os grupos. No terço apical houve presença freqüente de restos orgânicos e “smear layer”. A análise do contorno do canal, no terço apical, evidenciou regiões não atingidas pela instrumentação, com presença de sulcos e depressões.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar em cortes transversais de raízes mesiais de molares inferiores, realizados a 3 e 8mm do ápice, os efeitos da instrumentação realizada pela técnica escalonada, técnica híbrida proposta pela FOP-Unicamp e pela técnica rotatória Easy Endo Multitaper quanto à:

- média da área desgastada;
- ampliação proporcionada pela instrumentação;
- espessura média da parede dentinária remanescente na distal da raiz mesial;
- e o tempo gasto para a execução das três técnicas de instrumentação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

Foram utilizados 45 dentes, primeiros e segundos molares permanentes inferiores de humanos, selecionados por exame visual e radiográfico, extraídos por razões diversas, coletados a partir de doações de cirurgiões dentistas da cidade de Curitiba-PR, com raízes completamente formadas, canais com diâmetro anatômico médio correspondente à lima 15 e angulação de curvatura máxima de 25°, determinada pela técnica de Schneider (1971). A utilização dos dentes para a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Odontologia de Piracicaba sob o número de protocolo 168/2004 (Anexo 1).

4.2 PREPARO DOS DENTES

A abertura coronária foi realizada com pontas diamantadas 1012 (KG Sorensen - Brasil), em alta rotação, e a forma de contorno complementada com pontas diamantadas 3080 (KG Sorensen -Brasil). Para a determinação do comprimento de trabalho, subtraiu-se 1mm a partir do comprimento da lima Kerr 10, introduzida no canal com sua ponta posicionada no nível do forame apical, observada por meio de um microscópio clínico com oito vezes de aumento.

As raízes mesiais foram separadas das distais no nível da furca, incluindo a coroa, utilizando-se um disco de diamante de 22mm de diâmetro e 0,10mm de espessura (KG Sorensen-Brasil), e divididas em três grupos de 15 raízes, totalizando 30 canais por grupo. A distribuição entre os grupos, visando à homogeneidade, obedeceu aos critérios: comprimento e ângulo de curvatura da raiz.

4.3 INCLUSÃO DOS DENTES EM RESINA

Para a inclusão do dente em resina poliéster (RPF 1.0 # 11) foi confeccionada uma mufla em Nylon 6 (Poliamida MGS). Na parte interna da mufla foi aberto um compartimento com a forma retangular, apresentando ângulos

arredondados com as seguintes dimensões: 21mm de comprimento, 16mm de largura e 16mm de profundidade, sendo as medidas da base 17mm de comprimento X 12 mm de largura (Figura 4.1).

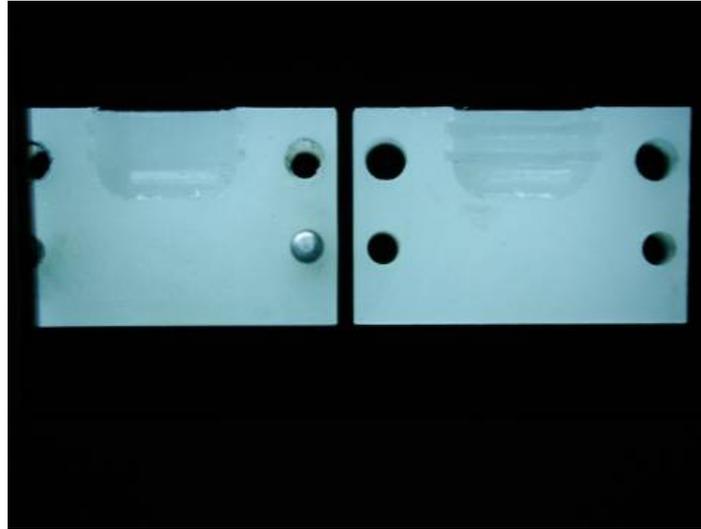


Figura 4.1- Mufla aberta mostrando o compartimento interno de forma levemente cônica que será preenchido por resina.

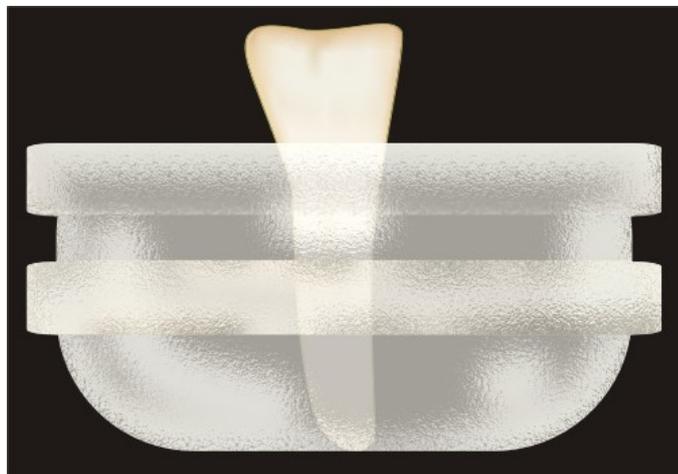


Figura 4.2 – Desenho esquemático do bloco de resina com o dente incluído.

O preenchimento deste compartimento resultou em um bloco de resina cujo desenho esquemático pode ser observado na figura 4.2.

Nas faces internas deste compartimento, em ambos os lados da mufla foram feitos três sulcos com 2mm de profundidade, com o objetivo de orientar o posicionamento do bloco de resina com o dente fixado. As duas partes da mufla eram unidas com o auxílio de dois pinos guia e fixados com dois parafusos (Figura 4.3 e 4.4).

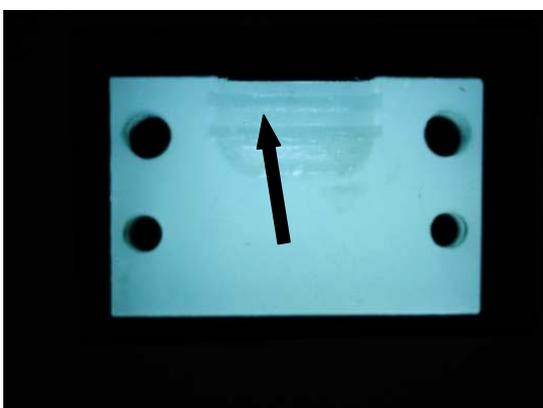


Figura 4.3 - Sulcos guias horizontais nas três paredes internas da mufla(seta).

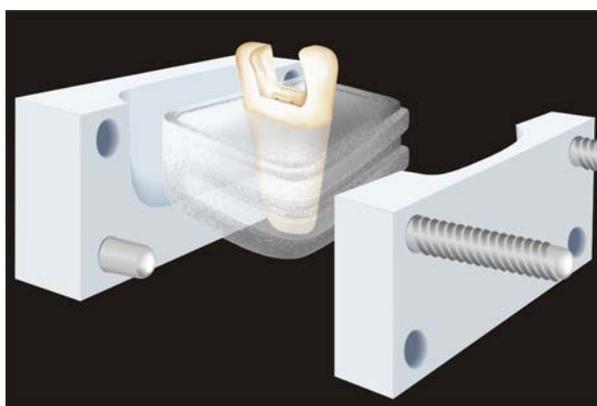


Figura 4.4 – Desenho esquemático ilustrando os pinos guia e parafusos usados para estabilização das duas partes da mufla (setas).

As paredes da mufla foram lubrificadas com vaselina sólida, as raízes posicionadas até tocar no fundo na cavidade, e só então, esta foi preenchida com resina.

4.4 CORTES TRANSVERSAIS DAS RAÍZES

Após a total polimerização da resina, que durou em média 25 minutos, os blocos, com os dentes incluídos, foram removidos da mufla e levados a uma máquina de corte Isomet 1000, onde com um disco de diamante de 0,3mm de espessura (Erios - Brasil), eram cortados transversalmente a 3 e 8mm contados a partir da base do bloco de resina (Figura 4.5). O ajuste das espessuras e os níveis dos cortes foram determinados pela regulagem da máquina. O primeiro corte,

realizado a 3mm, foi denominado segmento apical, e o segundo, a 8mm, segmento cervical.

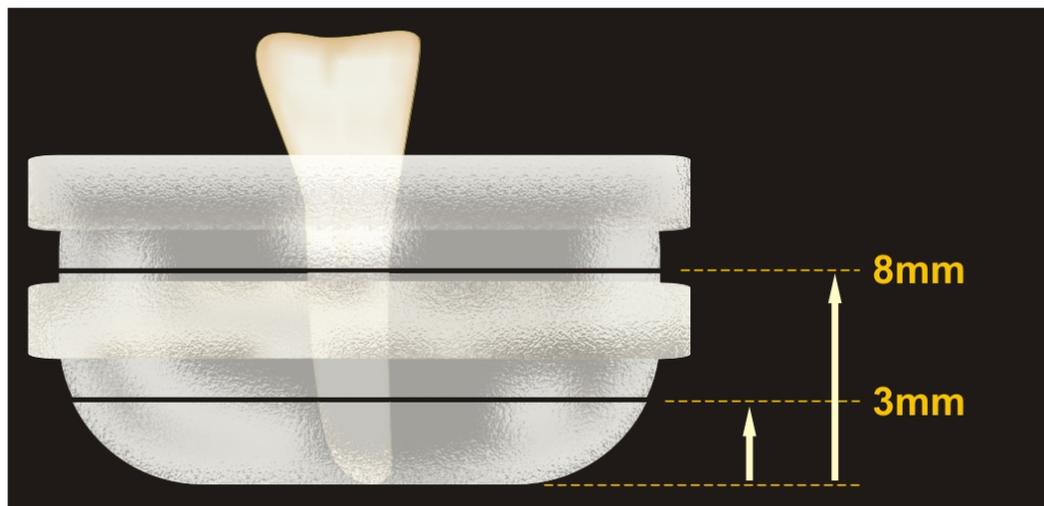


Figura 4.5 – Desenho esquemático ilustrando os níveis em que foram realizados os cortes.

4.5 CAPTURA DAS IMAGENS PRÉ-INSTRUMENTAÇÃO

As imagens dos cortes obtidos com o diâmetro e forma anatômica dos canais foram capturadas por meio de uma câmara filmadora digital Sony Hyper Had Color Vídeo modelo SSC-DC 54 acoplada a uma lupa estereoscópica Stemi SV 6 com aumento de 8 vezes, e armazenadas num computador (Figura 4.7 A e B).

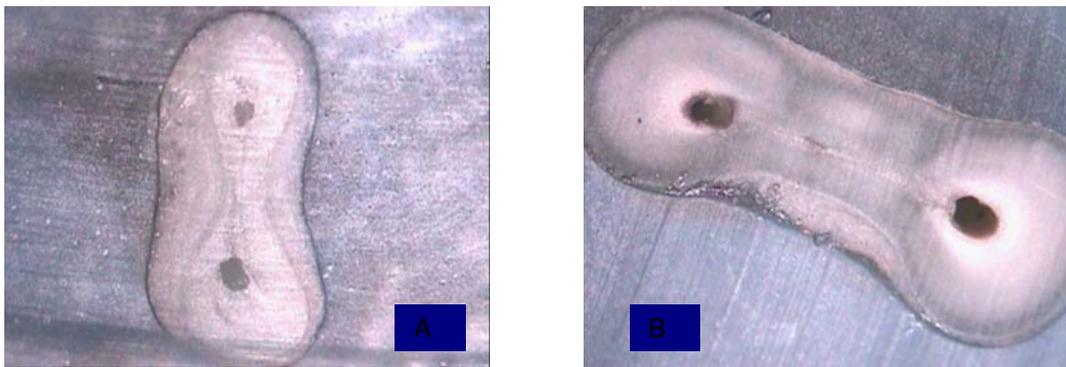


Figura 4.7 Imagens capturadas antes da instrumentação. Em A, segmento apical, em B, segmento cervical.

4.6 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS

A distribuição dos dentes visando à homogeneidade dos grupos foi feita de acordo com os critérios: comprimento e ângulo de curvatura radicular.

Feito isso, os segmentos dos blocos, contendo as raízes, foram remontados na mufla para a realização da instrumentação dos canais, conforme os grupos descritos a seguir.

Grupo 1 – Dentes 1 a 15 - Técnica escalonada realizada manualmente com limas K-Flexofile.

- 1- Introdução da lima de calibre compatível com o diâmetro anatômico do canal até o comprimento real de trabalho (CRT).
- 2- Ampliação dos canais de maneira seriada empregando-se o movimento de alargamento alternado até o diâmetro 30. O instrumento número 10 foi utilizado para a manutenção da patência.
- 3- Escalonamento com recuo programado de 1mm até o instrumento 55. O movimento empregado foi de limagem anticurvatura e recapitulação a cada troca de instrumento realizada com a lima número 30. Após a conclusão da instrumentação, a lima 10 foi usada novamente para confirmação da patência.

Grupo 2 – Dentes 16 a 31 -Técnica Cérvico-apical preconizada por Roane descrita por DOVGAN (1998) e modificada pela FOP-Unicamp.

A instrumentação realizada por esta técnica foi dividida em duas fases: a primeira consistiu no acesso e na ampliação dos aproximadamente 2/3 coronários do canal com instrumentos rotatórios em avanço progressivo; e, na segunda fase, efetuou-se o preparo do remanescente apical (aproximadamente 4mm finais), por meio da técnica escalonada de recuo anatômico. A seqüência, lembrando que os canais já haviam sido explorados em toda a sua extensão, a odontometria realizada e o comprimento real de trabalho estabelecido, foi a seguinte:

- 1 - Uso da broca de Largo nº 2 na entrada dos canais, direção anticurvatura, para remoção das projeções dentinárias.
- 2 - Instrumento rotatório Hero 20 .06 de 25 mm com velocidade de 350 rpm, em movimento de entrada, até sentir uma pequena resistência à penetração, e retirada. Esses movimentos eram repetidos até atingir aproximadamente 4mm aquém do comprimento de trabalho.
- 3 - Brocas de Gates-Glidden, em rotação convencional, trabalhando em avanço progressivo programado de 1,0mm, iniciando-se com a nº 5 e terminando com a nº 2, também até aproximadamente 4,0 mm aquém do comprimento de trabalho.
- 4- Introdução da lima de calibre compatível com o diâmetro anatômico do segmento apical do canal (LAI) até o comprimento real de trabalho (CRT).
- 5- Ampliação dos canais de maneira seriada, com limas K-Flexofile em movimento de alargamento alternado até o diâmetro 30, lima anatômica final (LAF). O instrumento número 10 foi utilizado para a manutenção da patência.
- 6- Escalonamento com recuo anatômico até o instrumento 55, introduzindo seqüencialmente o instrumento mais calibroso até que houvesse resistência

à sua penetração. O movimento empregado foi de limagem anticurvatura e recapitulação a cada troca de instrumento com o número 30. Após a conclusão da instrumentação, a lima 10 foi usada novamente para confirmação da patência.

Grupo III – Dentes 31 a 45 - Preparo Segmentado - Easy-Endo-System (Bassi, 2002)

Os preparos neste grupo foram realizados de acordo com a seqüência descrita a seguir:

Passo 1: instrumento 6, seção triangular - 20.07 (ML - preta) até 2/3 do comprimento de trabalho que já havia sido determinado.

Passo 2: utilização das brocas Gates-Glidden de 5 a 2, em rotação convencional, sentido coroa/ápice introduzidas seqüencialmente até que houvesse resistência à sua penetração, em rotação convencional.

Passo 3: instrumento 1, seção pentagonal – 20.03 (branco) até o CT.

Passo 4: instrumento 2, seção pentagonal – 15.05 (amarelo).

Passo 5: instrumento 3, seção quadrangular - 22.04 (vermelho).

Passo 6: instrumento 4, seção quadrangular - 25.04 (azul).

Passo 7: instrumento 5, seção triangular - 20.06 (M - verde).

Passo 8: instrumento 6, seção triangular - 20.07 (ML – preto).

A partir do passo 3 em que se utilizou o instrumento 20.03 (branco), todos os demais foram utilizados até o comprimento de trabalho. A figura 4.8 – A,B e C ilustram os instrumentos Miltex que compõem o sistema com suas diferentes seções transversais.

A velocidade utilizada foi de 350 rpm. O microprocessador do aparelho Easy Endo System apresenta um eficiente controle de torque e orienta a seqüência do preparo, bem como os procedimentos a serem adotados quando

ocorre dificuldade de penetração do instrumento na extensão desejada, ou o seu travamento.

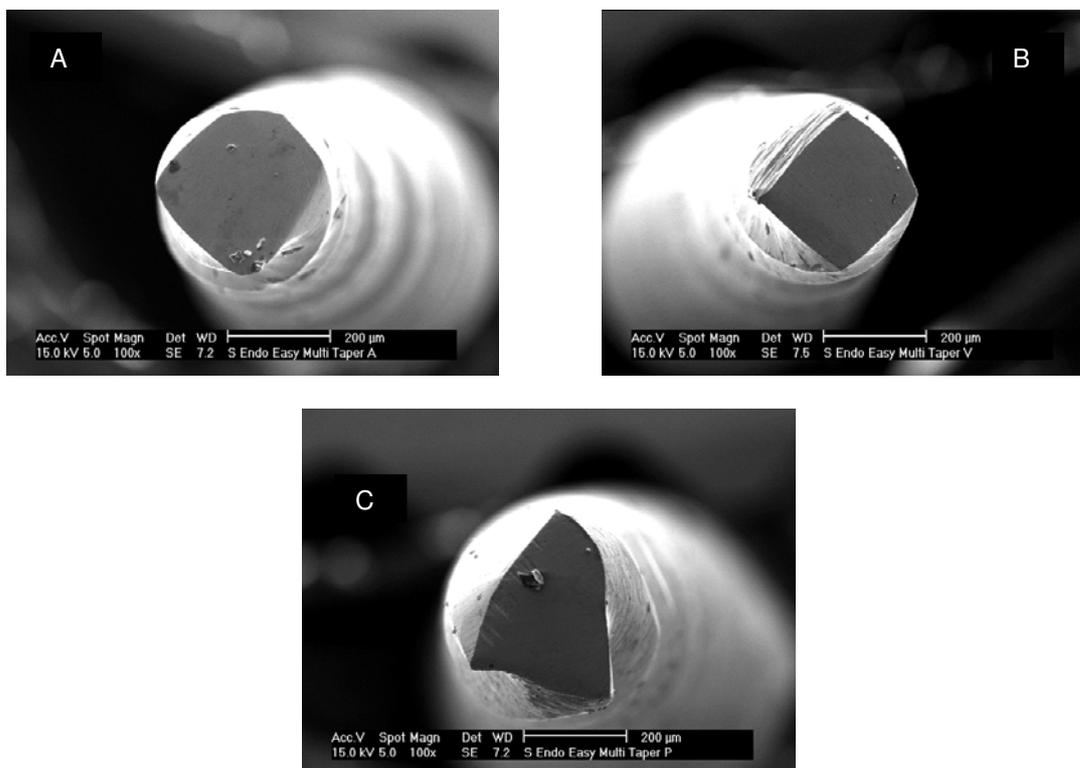


Figura 4.8 – Fotomicrografia em MEV dos instrumentos Miltex – Sistema Easy Endo Multitaper.

Em A - seção pentagonal para ampliação apical; B – seção quadrangular para ampliação apical; C – seção triangular para acabamento e ampliação cervical.

Como substância auxiliar da instrumentação, em todos os grupos, foi utilizado 0,5ml de gel de clorexidina a 2% (Endogel - Essencial Pharma, Itapetininga, Brasil) a cada troca instrumento. A irrigação final feita com 10ml de soro fisiológico, 10ml de EDTA a 17%, que permaneceu no canal por 5min, seguidos de mais 10ml de soro fisiológico.

Também para todas as técnicas foram utilizados três jogos de instrumentos por grupo, um jogo para cada cinco raízes.

O tempo gasto para o preparo dos canais, nos três grupos, foi cronometrado, anotado e analisado estatisticamente.

4.7 CAPTURA DAS IMAGENS PÓS- INSTRUMENTAÇÃO

Concluída a instrumentação os fragmentos foram novamente removidos da mufla, levados a lupa estereoscópica e as imagens capturadas como descrito anteriormente (Figura 4.9 – A e B).



Figura 4.9 Imagens capturadas depois da instrumentação. Em A, segmento apical, em B, segmento cervical.

4.8 MENSURAÇÃO DAS ÁREAS DOS CANAIS

O programa de computador para análise e medidas lineares e de áreas ImageLab/98 (FO-USP, São Paulo, Brasil) foi então utilizado (Figura 4.10).

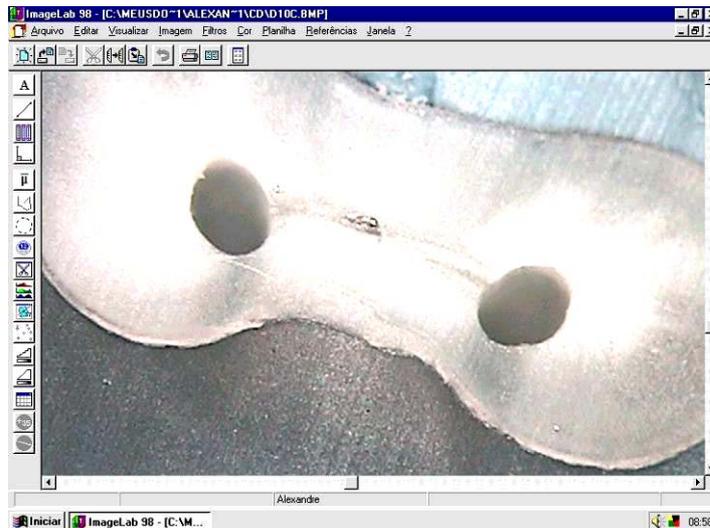


Figura 4.10 – Ilustração do programa ImageLab utilizado para realizar as medidas.

As áreas correspondentes aos canais radiculares, antes e depois de instrumentados, foram demarcadas com o auxílio do “mouse” do computador e medidas em mm^2 (Figuras 4.11 e 4.12).

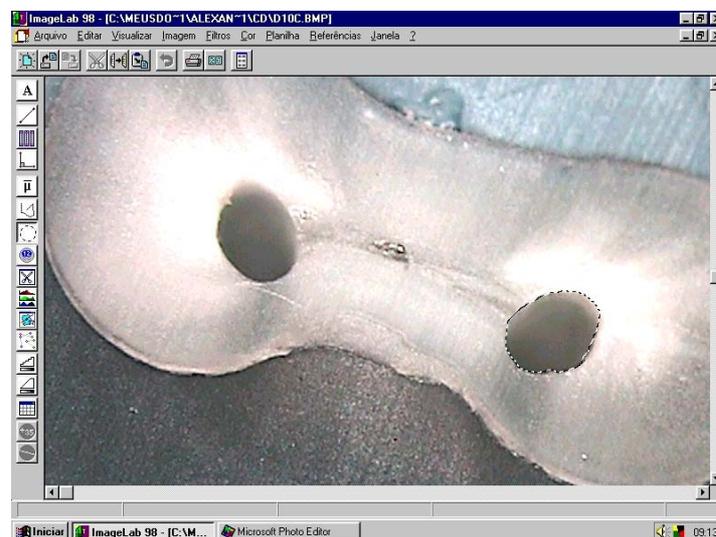


Figura 4.11 – Canal com a área demarcada.

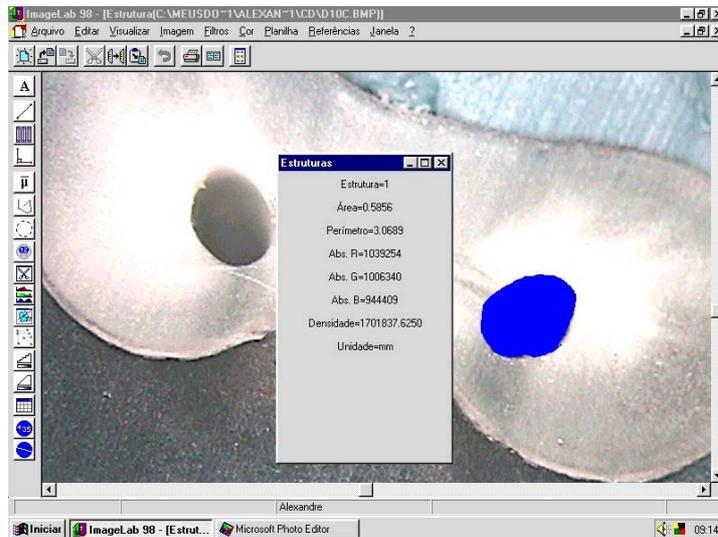


Figura 4.12 – Medida da área demarcada.

As medidas das áreas foram denominadas área 1, correspondente ao canal méso-vestibular (MV), e área 2, correspondente ao canal méso-lingual (ML).

4.9 MENSURAÇÃO DA DISTÂNCIA PAREDE DISTAL DO CANAL ATÉ A FURCA

Também foi determinada e medida a menor espessura da parede dentinária remanescente na distal da raiz mesial, “área de risco”, denominada distância da furca 1 (DF1), para o canal méso-vestibular, e distância da furca 2 (DF2), para o canal méso-lingual. Esta medida foi realizada somente no segmento cervical.

Para determinação do local de menor espessura procurava-se primeiro, visualmente, a região do canal mais próxima da superfície externa. No programa era selecionado o ícone para medida linear e com o auxílio do “mouse” demarcava-se este primeiro ponto e estendia-se o cursor até a linha demarcatória da superfície externa da raiz. O cursor era deslocado alguns milímetros, para a direita ou esquerda sobre a linha, procurando o ponto de menor espessura, e a medida realizada (Figura 4.13).

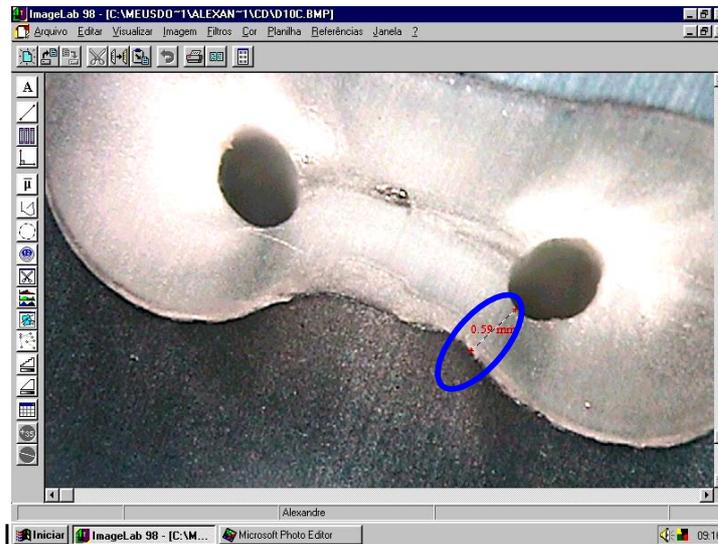


Figura 4.13 – Medida da menor distância da parede distal do canal à furca realizada depois da instrumentação.

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise estatística.

4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente para verificar se existia diferença entre os valores médios das variáveis pré e pós-instrumentação e do incremento, utilizou-se análise de variância a um critério de classificação tendo como variável independente as técnicas.

Para aplicação da ANOVA, foram testados os pressupostos de normalidade dos dados (teste de Kolmogorov-Smirnov) para cada técnica e o pressuposto de homogeneidade de variâncias. Quando o pressuposto de normalidade não foi atendido, além de ANOVA aplicou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Na coincidência dos resultados, foram utilizados os testes paramétricos como conclusivos.

Para as variáveis que apresentaram normalidade e homogeneidade utilizou-se ANOVA. Quando ANOVA acusou diferença entre as técnicas o teste de Tuckey HSD foi aplicado para verificar onde estavam estas diferenças. Para as variáveis que apresentaram normalidade, porém não apresentaram

homogeneidade de variâncias, utilizou-se ANOVA seguida do teste de Games-Howell, quando ANOVA acusou diferença entre as técnicas. Para a comparação pré-pós-instrumentação, nos casos em que as variáveis apresentaram normalidade, aplicou-se o teste t para amostras emparelhadas. Quando não apresentaram normalidade, foi usado o teste não paramétrico de Wilcoxon.

5 RESULTADOS

As figuras 5.1 a 5.6 apresentam os cortes do segmento apical, áreas 1 e 2, antes e depois da instrumentação realizada com as três técnicas. Pode-se perceber canais com formas irregulares que impossibilitam o acesso dos instrumentos para uma adequada limpeza e modelagem.

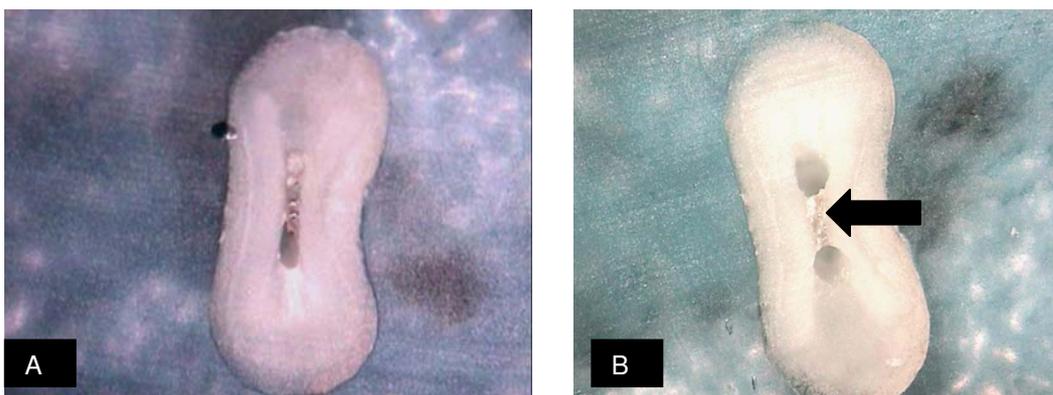


Figura 5.1 – Em A, segmento apical antes da instrumentação. Observa-se acentuado achatamento do canal. Em B, canais após a instrumentação com a técnica manual sem limpeza e modelagem da área de istmo.

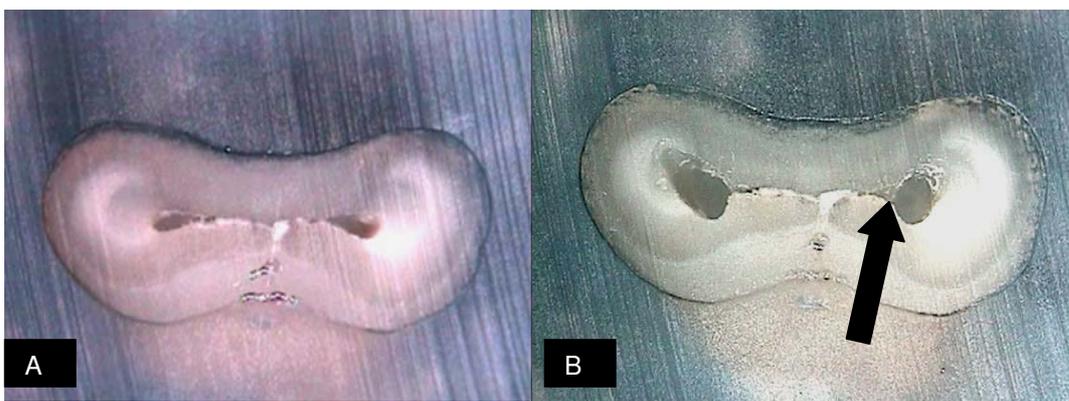


Figura 5.2 – Em A, segmento apical antes da instrumentação. Em B, canais após a instrumentação com a técnica manual. Percebe-se áreas que não foram tocadas pelos instrumentos (seta).

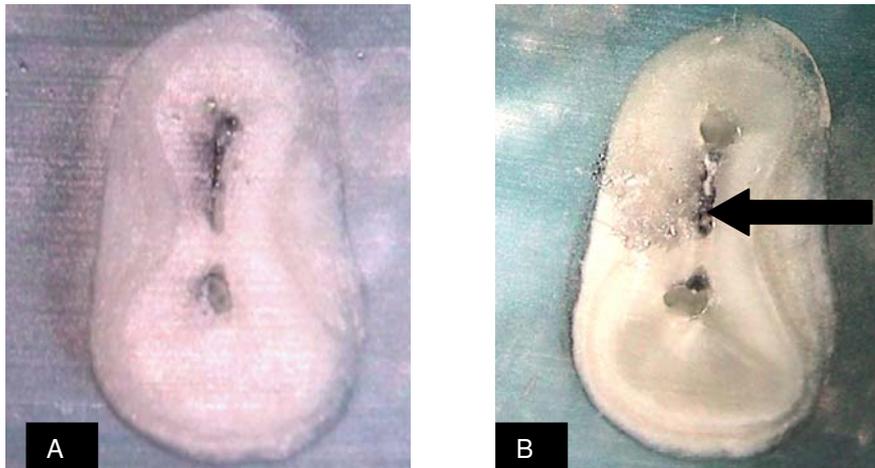


Figura 5.3 A – Segmento apical pré-instrumentação apresentando um canal com forma irregular e extremamente achatado. B – após a instrumentação com a técnica híbrida. A área irregular não foi atingida pela instrumentação (seta).



Figura 5.4 – Em A, segmento apical pré-instrumentação. Em B, segmento apical após a instrumentação com a técnica híbrida. Observa-se que o preparo envolveu toda a área do canal.

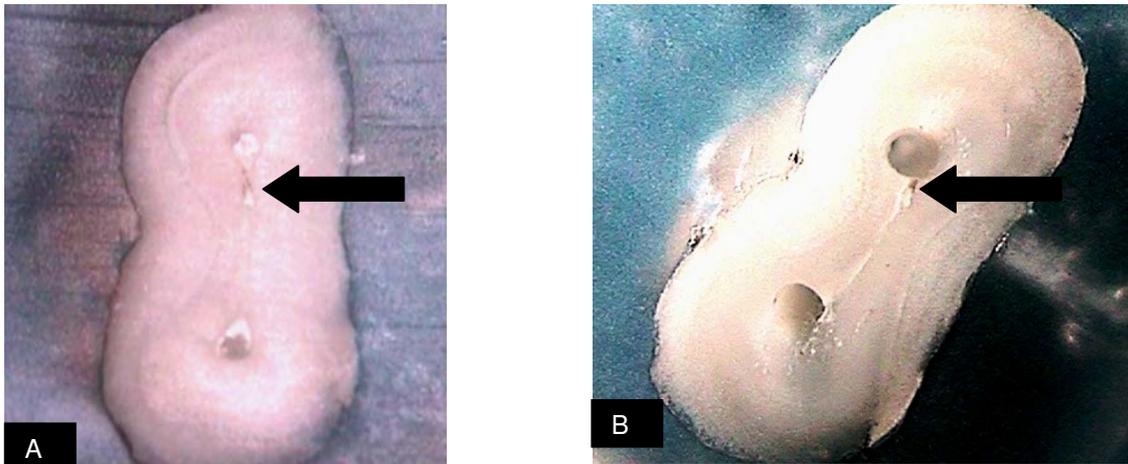


Figura 5.5 – Em A, segmento apical pré-instrumentação com uma pequena reentrância (seta). Em B, após a instrumentação com a técnica rotatória. O preparo envolveu o canal mas não englobou a reentrância.

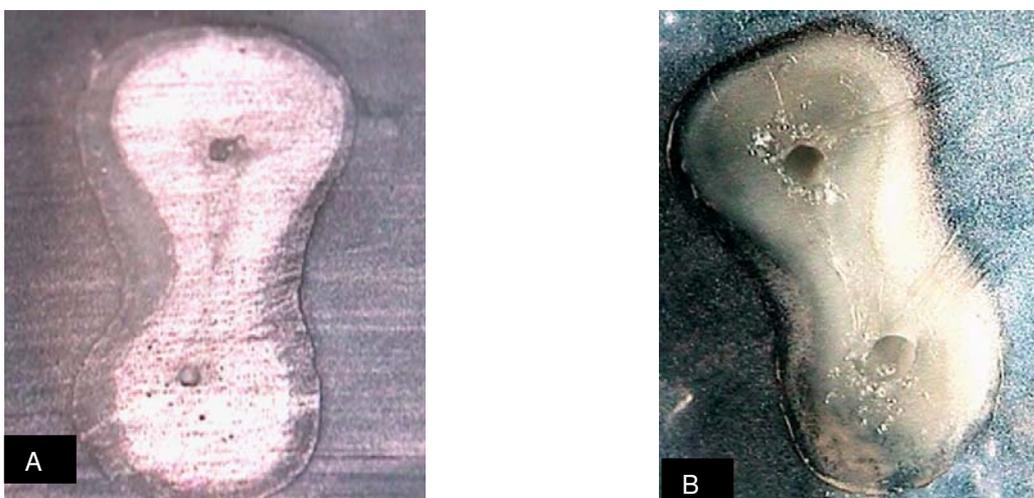


Figura 5.6 – Em A, segmento apical pré-instrumentação evidenciando canal com conformação esférica. Em B, após a instrumentação com a técnica rotatória englobando toda a área do canal.

As figuras 5.7 a 5.12 apresentam os cortes do segmento cervical, com as áreas dos canais antes e depois da instrumentação.

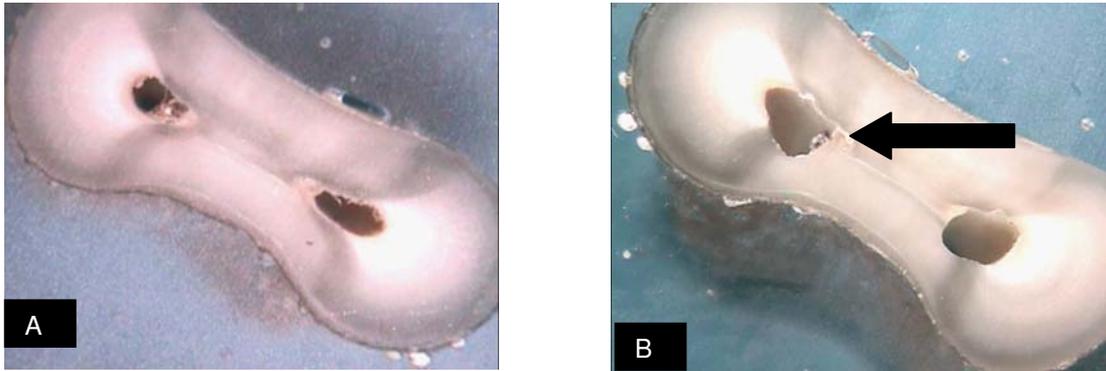


Figura 5.7 – Em A, segmento cervical antes da instrumentação evidenciando canais com conformação irregular. Em B, canais após a instrumentação com a técnica manual sem atingir as áreas de maior achatamento (seta).

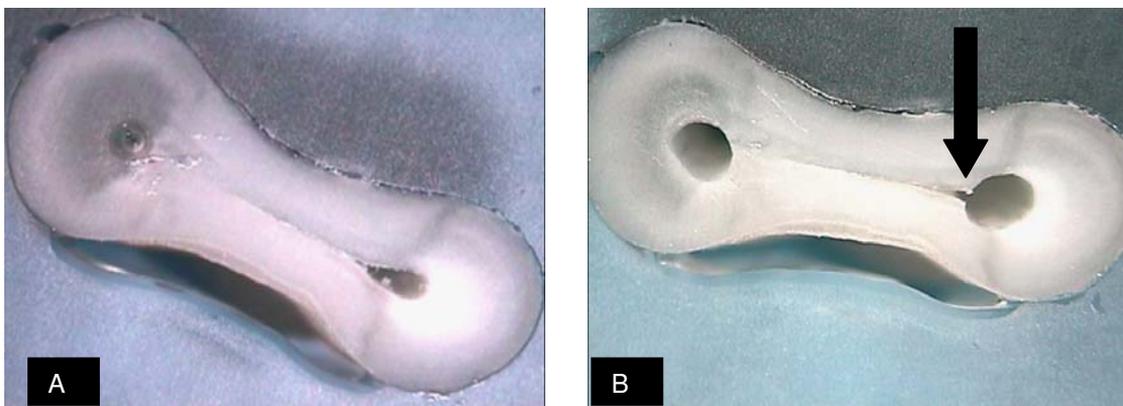


Figura 5.8 – Em A, segmento cervical antes da instrumentação. Em B, canais após a instrumentação com a técnica manual com conformação mais uniforme, porém com uma pequena irregularidade do canal sem ser atingida pela instrumentação (seta).

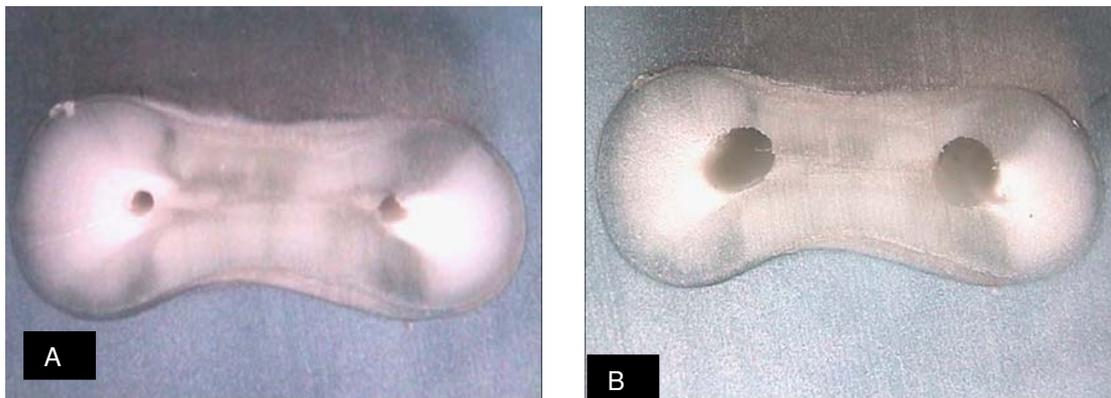


Figura 5.9 – Em A, segmento cervical antes da instrumentação. Em B, canais após a instrumentação com a técnica híbrida envolvendo toda a área do canal.

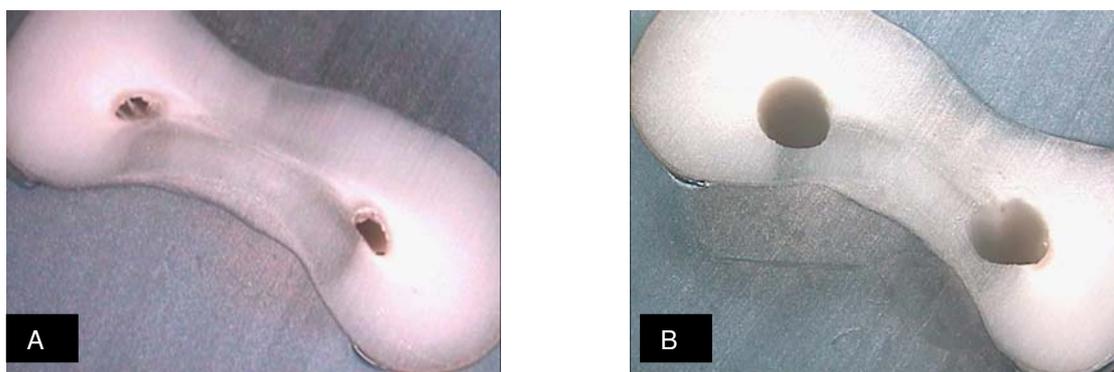


Figura 5.10 – Em A, segmento cervical antes da instrumentação. Em B, canais após a instrumentação com a técnica híbrida envolvendo toda a área do canal.

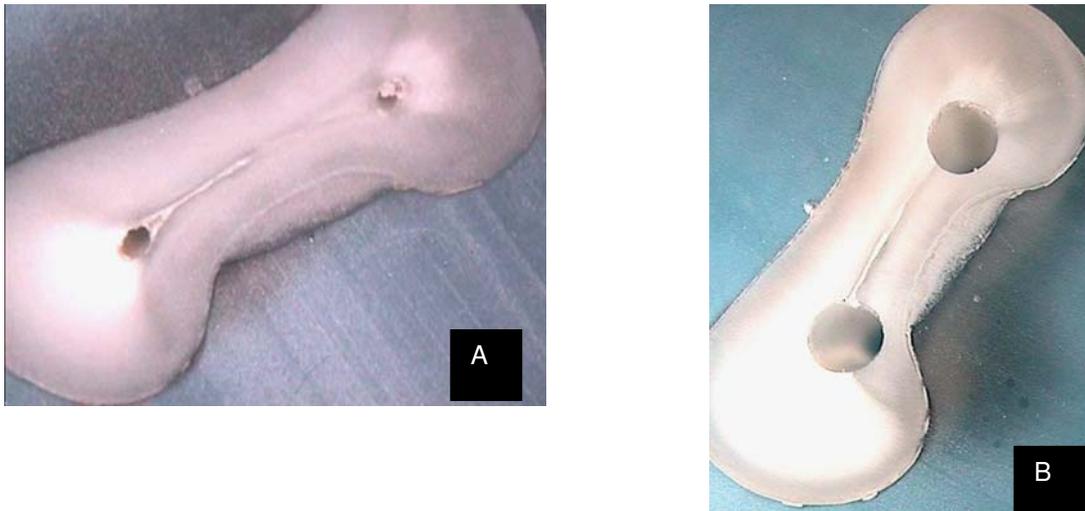


Figura 5.11 – Em A, segmento cervical antes da instrumentação. Em B, canais após a instrumentação com o sistema Easy Endo Multitaper envolvendo toda a área do canal.

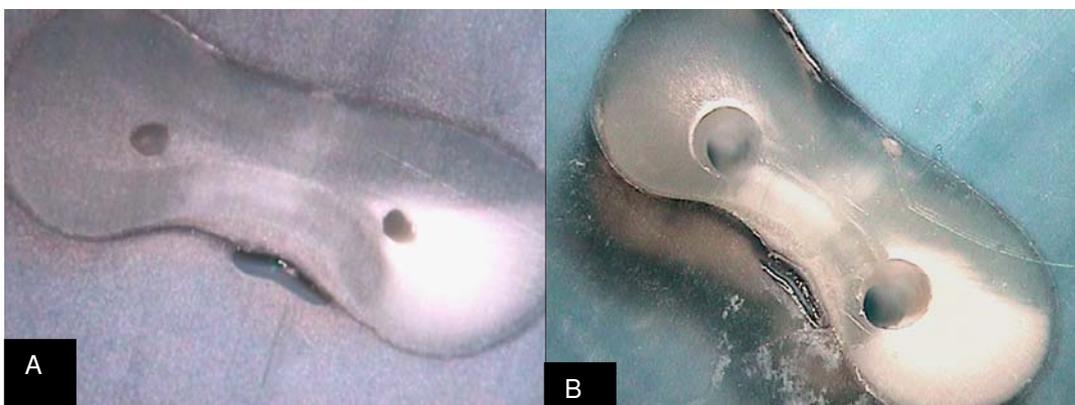


Figura 5.12 – Em A, segmento cervical antes da instrumentação. Em B, canais após a instrumentação com a técnica rotatória envolvendo toda a área do canal.

Na tabela 1 estão agrupadas as medidas mínima, máxima e a média das áreas antes da instrumentação, em mm, nos segmentos apical e cervical, área 1, canal MV, e área 2, canal ML. Estão ainda agrupadas as medidas

correspondentes à menor distância parede distal do canal até a furca nas áreas 1 e 2 (DF).

Tabela 1- Agrupa as medidas mínima, máxima, média, mediana, desvio padrão em mm e coeficiente de variação (%) realizadas antes da instrumentação, nos segmentos apical e cervical, áreas 1 e 2, bem como a menor distância parede distal do canal até a furca (DF).

Variável/Pré	G	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	C.V.(%)
Apical 1	1	0,023	0,324	0,125	0,110	0,083	66,21
Apical 2		0,023	0,324	0,122	0,110	0,073	60,32
Cervical 1		0,104	0,463	0,227	0,204	0,094	41,57
Cervical 2		0,079	0,467	0,210	0,190	0,11	56,78
DF 1		0,740	1,630	1,026	0,990	0,231	22,55
DF 2		0,850	1,840	1,151	1,010	0,279	24,23
Apical 1	2	0,059	0,381	0,123	0,097	0,085	68,67
Apical 2		0,022	0,381	0,134	0,121	0,084	62,93
Cervical 1		0,077	0,361	0,177	0,141	0,095	53,51
Cervical 2		0,092	0,295	0,191	0,182	0,075	39,19
DF 1		0,700	1,440	1,019	0,990	0,204	19,99
DF 2		0,730	1,470	1,048	1,050	0,206	19,64
Apical 1	3	0,061	0,466	0,172	0,143	0,102	59,27
Apical 2		0,044	0,506	0,185	0,149	0,133	71,67
Cervical 1		0,106	0,706	0,310	0,201	0,204	65,74
Cervical 2		0,102	0,501	0,283	0,253	0,138	48,78
DF 1		0,700	1,370	0,947	0,900	0,208	21,95
DF 2		0,700	1,490	1,000	0,940	0,223	22,34

A aplicação da análise de variância das variáveis antes, depois da instrumentação e dos incrementos foi realizada depois de testados os pressupostos de normalidade dos dados (teste de Kolmogorov-Smirnov) e

homogeneidade (teste de Levene), que demonstraram, de modo geral, distribuição normal e homogênea.

Na aplicação do ANOVA, nenhuma variável pré-instrumentação apresentou diferença entre as médias, segundo os grupos de dentes selecionados aleatoriamente para o teste das três técnicas, em um nível de probabilidade $p < 0,05$.

Para as variáveis que não atenderam ao pressuposto de normalidade, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Os resultados deste teste coincidiram com a ANOVA, mesmo para as variáveis que não apresentaram distribuição normal em um nível de probabilidade de $p < 0,05$.

A tabela 2 contém os dados das variáveis já mencionados na tabela anterior, porém baseados nas medidas pós-instrumentação, incluindo a variável tempo, medida em minutos.

O teste Kruskal-Wallis demonstrou que as variáveis pós-instrumentação, segmento apical 1, segmento apical 2 e distância da furca (DF) não apresentaram diferença entre as medianas, segundo as técnicas empregadas, em um nível de probabilidade $p < 0,05$. Os resultados coincidem com os obtidos por meio da ANOVA.

A análise de variância das variáveis pós-instrumentação do segmento cervical para as áreas (canais) 1 e 2 apresentou diferenças significativas entre as médias, segundo as técnicas empregadas, em um nível de probabilidade de $p < 0,05$ (Anexo 2, tabela1). As comparações múltiplas de Tukey (Anexo 2, tabela 2) mostraram que, no segmento cervical área 1, o grupo I (técnica manual) difere do grupo II (técnica híbrida) em um nível de probabilidade de $p < 0,05$ (gráfico 1). Os grupos II e III (técnica rotatória) e I e III apresentaram valores médios estatisticamente iguais.

No segmento cervical área 2, o grupo I (manual) diferiu do grupo III (rotatória), em um nível de probabilidade $p < 0,05$ (gráfico 2). Os grupos I e II, e II e III não apresentaram valores médios estatisticamente diferentes.

Tabela 2 - Agrupa as medidas mínima, máxima, média, mediana, desvio padrão em mm, e coeficiente de variação (%), segundo as técnicas, realizadas após a instrumentação, nos segmentos apical e cervical, áreas 1 e 2, bem como a menor distância parede distal do canal até a furca (DF) e a variável tempo (min).

Variável/ pós	Técnica	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	C.V.(%)
Apical 1	Manual	0,132	0,521	0,309	0,309	0,120	38,85
Apical 2	Manual	0,133	0,471	0,316	0,312	0,100	31,50
Cervical 1	Manual	0,373	0,800	0,579	0,597	0,121	20,95
Cervical 2	Manual	0,361	0,775	0,554	0,550	0,126	22,77
DF 1	Manual	0,000	1,070	0,583	0,630	0,266	45,62
DF 2	Manual	0,150	1,470	0,701	0,660	0,308	43,92
Tempo	Manual	14,460	33,150	21,780	20,800	5,639	25,89
Apical 1	Híbrida	0,083	0,479	0,230	0,206	0,095	41,22
Apical 2	Híbrida	0,144	0,479	0,258	0,217	0,091	35,23
Cervical 1	Híbrida	0,468	1,034	0,757	0,763	0,181	23,93
Cervical 2	Híbrida	0,323	0,880	0,679	0,684	0,175	25,71
DF 1	Híbrida	0,230	0,910	0,551	0,500	0,180	32,56
DF 2	Híbrida	0,180	1,020	0,627	0,520	0,276	44,07
Tempo	Híbrida	8,830	22,160	15,333	15,800	4,032	26,29
Apical 1	Rotatória	0,152	0,499	0,247	0,199	0,107	43,37
Apical 2	Rotatória	0,154	0,723	0,291	0,235	0,156	53,69
Cervical 1	Rotatória	0,335	1,074	0,727	0,717	0,210	28,90
Cervical 2	Rotatória	0,352	1,154	0,728	0,723	0,198	27,24
DF 1	Rotatória	0,260	1,190	0,552	0,420	0,268	48,52
DF 2	Rotatória	0,260	1,140	0,569	0,490	0,277	48,63
Tempo	Rotatória	5,910	18,210	11,541	11,210	3,299	28,58

Gráfico 1 – Valores médios das áreas do segmento cervical, em mm, canal 1(MV), de acordo com as técnicas de instrumentação testadas.

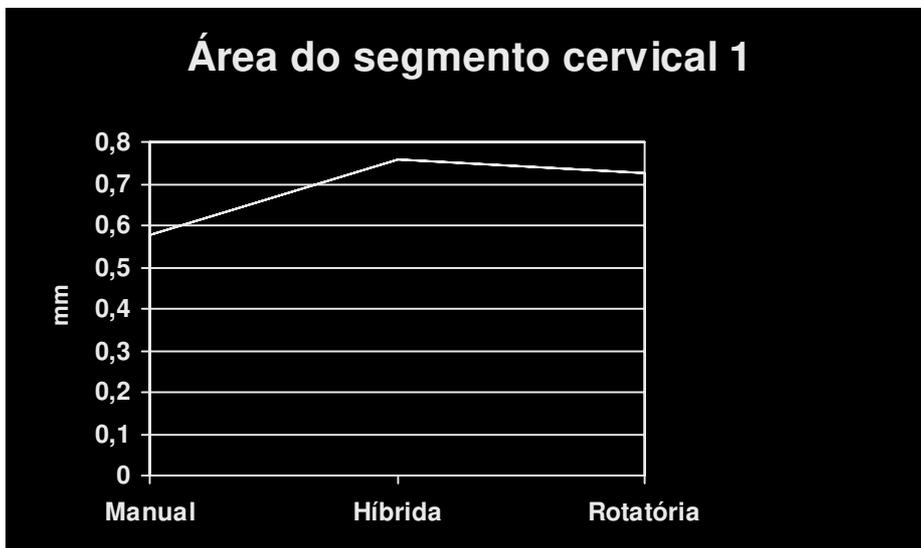
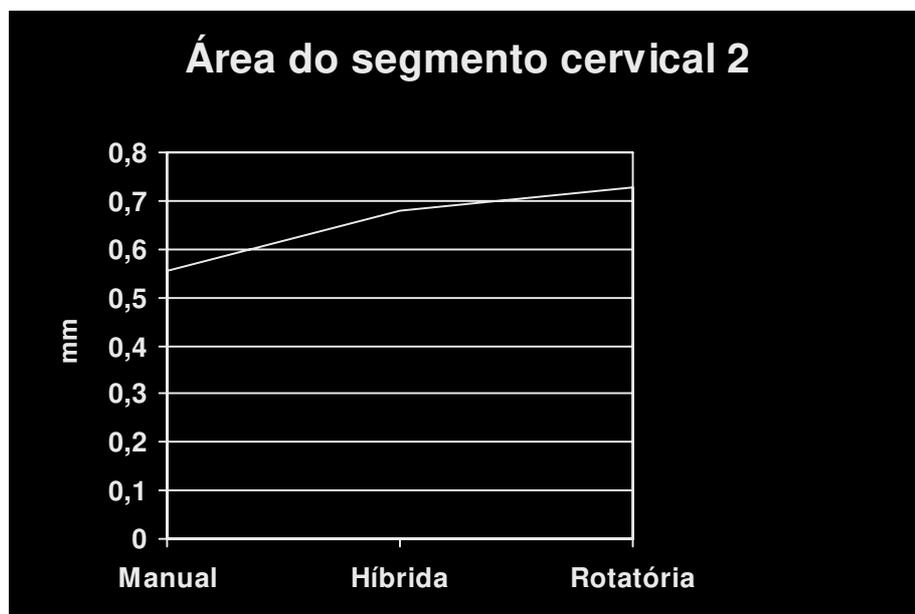


Gráfico 2 - Valores médios das áreas do segmento cervical, em mm, canal 2 (ML), de acordo com as técnicas de instrumentação testadas.



A tabela 3 acolhe os valores correspondentes ao incremento, que define o quanto cada técnica ampliou as áreas dos canais nos dois segmentos, bem como a diferença entre a espessura inicial da parede distal do canal (DF) e a espessura após a instrumentação.

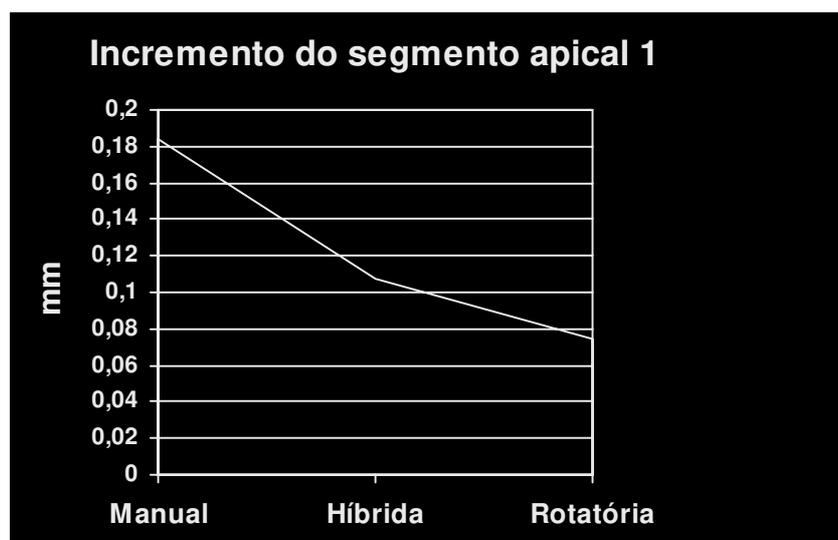
Tabela 3 - Agrupa as medidas mínima, máxima, média, mediana, desvio padrão em mm, e coeficiente de variação (%), segundo as técnicas, das variáveis incremento pré-pós instrumentação, nos segmentos apical e cervical, áreas 1 e 2, bem como a menor distância da parede distal do canal até a furca (DF).

Variável	Técnica	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	C.V.(%)
Pré/pós Apical 1	Manual	0,000	0,392	0,184	0,148	0,128	69,56
Pré/pós Apical 2	Manual	0,064	0,347	0,194	0,193	0,100	51,60
Pré/pós Cervical 1	Manual	0,178	0,611	0,352	0,342	0,122	34,68
Pré/pós Cervical 2	Manual	0,208	0,579	0,343	0,343	0,092	26,92
Pré/pós DF 1	Manual	0,240	0,740	0,443	0,430	0,129	29,11
Pré/pós DF 2	Manual	0,010	0,820	0,450	0,390	0,200	44,44
Pré/pós Apical 1	Híbrida	0,021	0,188	0,107	0,116	0,048	44,96
Pré/pós Apical 2	Híbrida	0,042	0,236	0,124	0,100	0,056	45,23
Pré/pós Cervical 1	Híbrida	0,283	0,860	0,581	0,592	0,164	28,21
Pré/pós Cervical 2	Híbrida	0,030	0,750	0,488	0,528	0,199	40,82
Pré/pós DF 1	Híbrida	0,110	1,010	0,467	0,480	0,208	44,50
Pré/pós DF 2	Híbrida	0,040	1,000	0,421	0,430	0,248	58,84
Pré/pós Apical 1	Rotatória	0,000	0,160	0,075	0,053	0,057	76,47
Pré/pós Apical 2	Rotatória	0,013	0,327	0,106	0,091	0,087	82,28
Pré/pós Cervical 1	Rotatória	0,154	0,639	0,417	0,425	0,158	37,94
Pré/pós Cervical 2	Rotatória	0,206	0,654	0,445	0,476	0,144	32,41
Pré/pós DF 1	Rotatória	0,050	0,820	0,395	0,380	0,213	54,05
Pré/pós DF 2	Rotatória	0,120	0,660	0,431	0,450	0,196	45,39

A análise de variância das variáveis incremento pré/pós-instrumentação evidenciou diferença entre as médias dos segmentos apical 1, apical 2, cervical 1 e cervical 2, de acordo com a técnica empregada, em um nível de probabilidade $p < 0,05$ (Anexo 2, tabela 3).

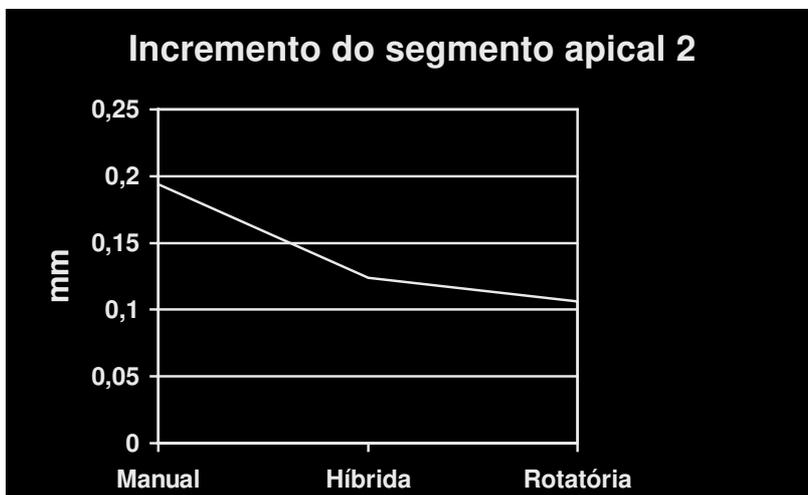
Os segmentos apical 1 e cervical 2 foram comparados pelo teste de Games-Howell, que não assume variâncias homogêneas (Anexo 2, tabela 4). No segmento apical 1, o grupo 1 (manual) diferiu do grupo 3 (rotatória), em um nível de probabilidade $p < 0,05$ (gráfico 3). As demais relações possíveis entre grupos apresentaram valores médios estatisticamente iguais.

Gráfico 3 – Valores médios do incremento pré/pós-instrumentação, em mm, no segmento apical 1, segundo as técnicas.



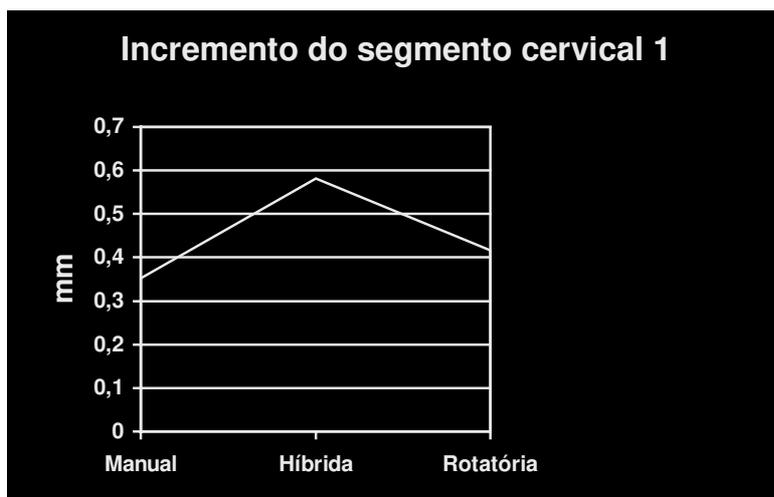
Os segmentos apical 2 e cervical 1 foram comparados por meio do teste de Tukey HSD que assume variâncias homogêneas (Anexo 2, tabela 5). No segmento apical 2, o grupo 1 (manual) diferiu do grupo 3 (rotatória), em um nível de probabilidade de $p < 0,05$ (gráfico 4). Os grupos 1 e 2, e 2 e 3 apresentaram valores médios estatisticamente iguais.

Gráfico 4 – Valores médios do incremento pré/pós-instrumentação, em mm, no segmento apical 2, segundo as técnicas.



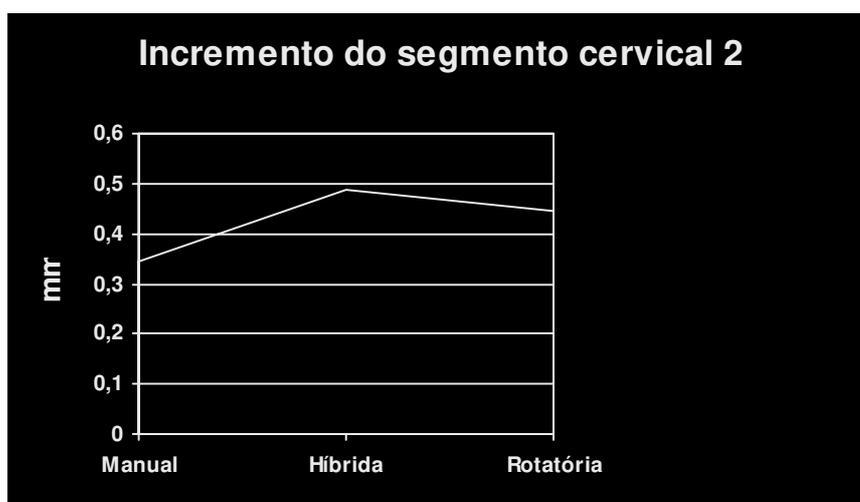
Para o segmento cervical 1, o grupo 1 (manual) diferiu do grupo 2 (híbrida), e o grupo 2 diferiu do grupo 3 (rotatória), em um nível de probabilidade $p < 0,05$ (gráfico 5). Os grupos 1 e 3 apresentaram valores médios estatisticamente iguais.

Gráfico 5 – Valores médios do incremento pré/pós-instrumentação, em mm, no segmento cervical 1, segundo as técnicas.



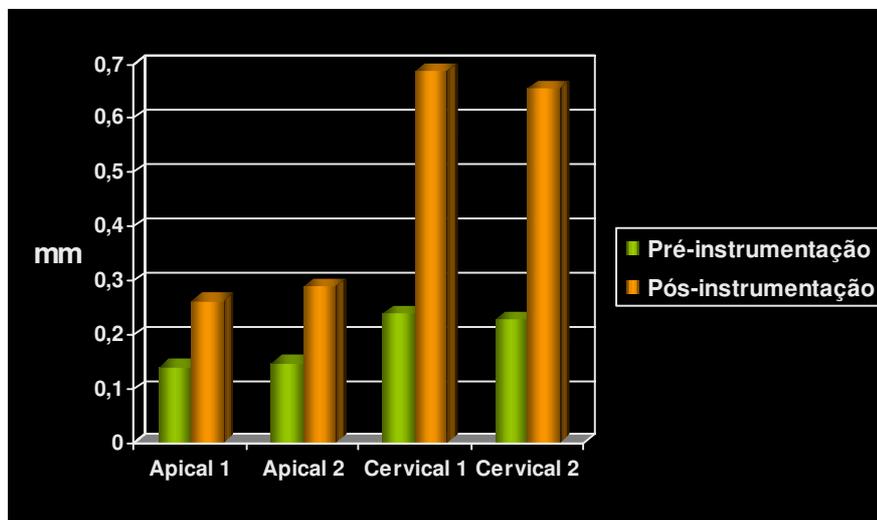
No segmento cervical 2, o grupo 1 (manual) foi diferente do grupo 2 (híbrida) em um nível de probabilidade $p < 0,05$ (gráfico 6). Nas demais relações possíveis entre os grupos não houve diferenças significativas entre as médias.

Gráfico 6 – Valores médios do incremento pré/pós-instrumentação, em mm, no segmento cervical 2, segundo as técnicas.



O teste t de Student para amostras emparelhadas pré e pós-instrumentação (Anexo 2, tabela 6) evidenciou que todas as variáveis área, apresentaram valores significativamente maiores após a instrumentação em um nível de probabilidade $p < 0,05$ (gráfico 7).

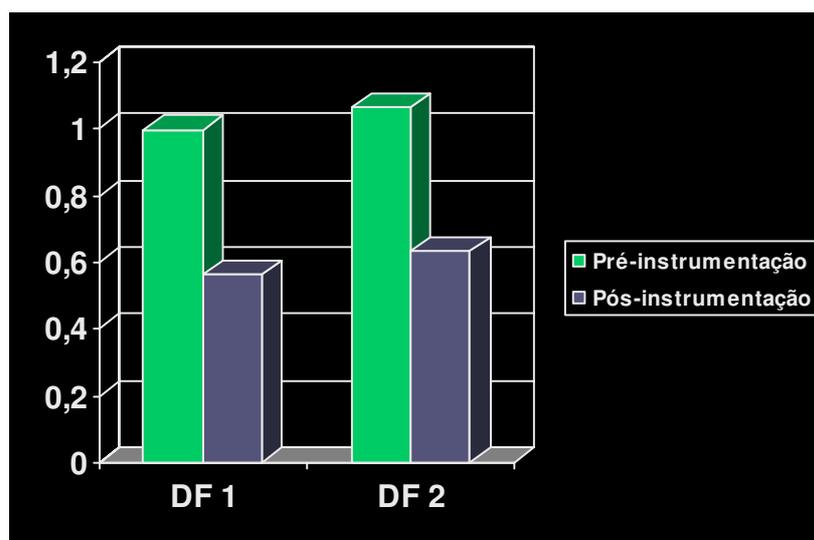
Gráfico 7 – Valores médios das áreas, antes e depois da instrumentação, em mm, nos segmentos apical 1 e 2 e cervical 1 e 2.



As médias da distância parede distal do canal até a furca (DF) após a instrumentação mostraram valores significativamente menores quando comparados aos valores antes da instrumentação (gráfico 8).

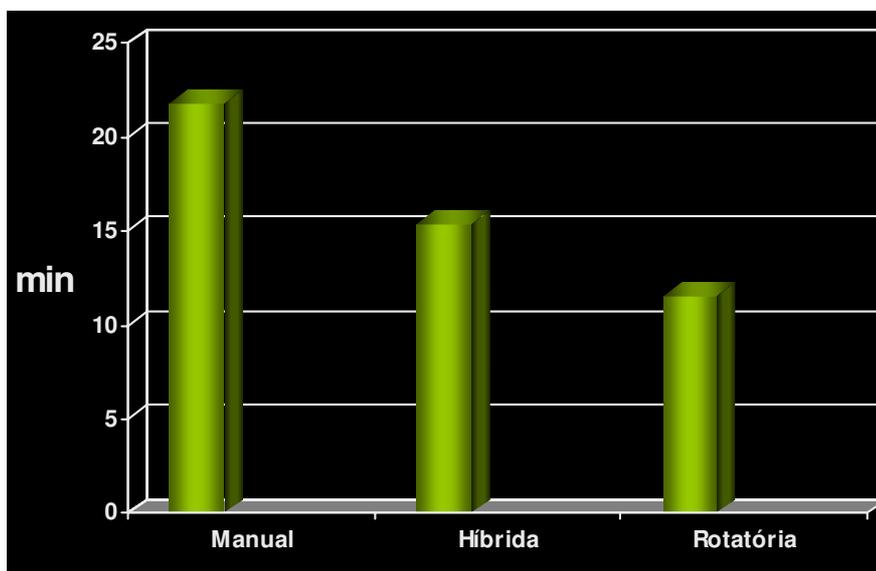
O teste de Wilcoxon (não paramétrico) coincidiu com os resultados do teste t (paramétrico).

Gráfico 8 – Valores médios da espessura da parede distal do canal (DF), em mm, antes e depois da instrumentação, áreas 1 e 2.



A análise de variância do tempo apresentou diferenças significativas entre os grupos (Anexo 2, tabela 7). A aplicação do teste de Tukey (Anexo 2, tabela 8) revelou que o grupo 1 (manual) diferiu dos grupos 2 (híbrida) e 3 (rotatória) em um nível de probabilidade $p < 0,05$. Os grupos 2 e 3 apresentaram valores médios estatisticamente iguais. O grupo 1 gastou mais tempo que o grupo 2. O grupo 2 gastou mais tempo que o 3, porém não estatisticamente significativo em um nível de probabilidade $p < 0,05$ (gráfico 9).

Gráfico 9 – Tempo médio gasto na instrumentação, em minutos, de acordo com a técnica.



6 DISCUSSÃO

Os constantes lançamentos de novos instrumentos e de modificações nas técnicas de instrumentação, bem como as influências destas no preparo dos canais radiculares, especialmente quanto aos seus riscos, justificaram o interesse em contribuir nesta linha de pesquisa.

6.1 DISCUSSÃO DA METODOLOGIA

Diferentes métodos, para avaliar o preparo do canal radicular e suas conseqüências, são encontrados na literatura, como, por exemplo, aqueles realizados por meio de microscopia ótica, microscopia eletrônica de varredura, radiografias, fotografias, observações histológicas, moldagem do canal, canais artificiais confeccionados em resina e, mais recentemente, por meio de tomografia computadorizada (Gutiérrez & Garcia, 1968; Schneider, 1971; Walton, 1976; Bramante *et al.* 1987; Lim & Stock, 1987; Zmner *et al.* 1994, Heck, 1997; Siqueira, 1997; Thompson & Dummer, 1998; Barthel *et al.* 1999; Rhodes *et al.* 2000; Gluskin *et al.* 2001).

Alguns métodos de avaliação não contemplam as condições do canal e de suas paredes previamente ao incremento da instrumentação. Isto se constitui numa desvantagem, pois impossibilita a comparação das condições pré e pós-preparo dos canais radiculares. Esta limitação parece ter sido superada por um método sugerido por Bramante *et al.* (1987), que permite fatiar transversalmente o dente e sua remontagem em mufla apropriada. Com isto, viabilizou-se a avaliação comparativa de imagens, obtidas antes e depois da instrumentação, em vários níveis da profundidade do canal radicular, como bem enfatizou Shadid *et al.*(1998).

Porém, uma pequena restrição, na aplicação deste método, foi apontada por Barthel *et al.* (1999), Zaia *et al.* (2000), Deplazes *et al.* (2001), configurada pela perda de dentina durante os cortes da raiz, criando um pequeno espaço entre as fatias.

Por outro lado, Calhoun & Montgomery (1988), utilizando uma modificação deste método, concordaram que esses espaços existem, porém afirmaram que o sistema por eles usado permitia a completa imobilização dos fragmentos, com perfeita união das seções, oferecendo durante a instrumentação a mesma sensação que se tem nos dentes intactos. Zaia *et al.* (2000) propuseram a confecção de sulcos no bloco de resina, incluindo parte da dentina, realizados com disco de diamante, e posterior clivagem com o auxílio de uma chave de fenda, para evitar a perda de estrutura e possibilitar a perfeita adaptação das seções.

No presente estudo, dois canais não puderam ser instrumentados. No grupo 1, ocorreu a formação de degrau impossibilitando a instrumentação de um canal, e no grupo 3, houve fratura de um instrumento que também impossibilitou o preparo de outro canal. Nos grupos 2 e 3, em que foi realizado o prévio alargamento dos terços cervical e médio, o acesso dos instrumentos foi facilitado, possivelmente pelo fato de os instrumentos ficarem mais soltos no interior dos canais radiculares. Acredita-se que alguns ajustes na mufla, para permitir maior aproximação entre as seções e maior fixação do segmento apical, tornarão esta metodologia ainda mais eficiente.

A opção por dentes extraídos de humanos foi feita porque estes refletem melhor as variações que interferem no preparo dos canais, tais como: dureza da dentina, grau, nível e plano de curvatura das raízes, entre outras. As raízes mesiais dos molares inferiores foram escolhidas porque apresentam uma acentuada concavidade na região distal, tornando-a mais suscetível aos riscos da instrumentação. Além disto, a presença de curvaturas em diferentes níveis, de maior ou menor grau, é freqüente.

Os cortes para obtenção das seções transversais foram realizados a 3 e 8mm aquém do ápice, porque o objetivo era medir as áreas correspondentes à porção intermediária da raiz, até onde geralmente fica limitado o uso de instrumentos rotatórios, quando se utilizam técnicas híbridas de instrumentação.

Ademais, os desvios no terço apical têm sido avaliados e as soluções para eles foram encontradas. Dentre elas, pode-se citar: a guia inativa e os novos “designs” dos instrumentos, movimentos de força balanceada e liga de níquel-titânio (Sabala *et al.*, 1988; Gambill *et al.*, 1996; Schäfer, 1996).

A captura de imagens, utilizando máquinas fotográficas ou filmadoras acopladas a microscópio ou lupa estereoscópica, e analisadas por programas de computador, tem mostrado ser um eficiente sistema de avaliação da instrumentação (Short *et al.* 1997; Calhoun & Montgomery, 1998; Shadid *et al.* 1998; Deplases *et al.* 2001; Fabra-Campos & Rodríguez-Vallejo, 2001; Calberson *et al.* 2002; Hata *et al.* 2002).

Com o programa ImageLab, utilizado para realizar as medidas que foram analisadas, foi encontrada alguma dificuldade especialmente na delimitação dos canais para medição das áreas, pois estas tinham de ser contornadas com a utilização do “mouse”. Para diminuir a possibilidade de erro, as medidas foram realizadas duas vezes e comparadas; quando discrepantes, era feita uma média.

A escolha dos grupos foi determinada pelo objetivo de se comparar os resultados da instrumentação realizada por uma técnica estritamente manual, escalonada (Mullaney, 1979), considerada por algum tempo como o melhor método para prevenir complicações, tais como degrau, deformações do terço apical, perfurações e fratura de instrumentos (Lim & Stock, 1987), com uma técnica híbrida e outra rotatória.

A técnica híbrida modificada pela FOP-Unicamp baseia-se na técnica de Roane, descrita por Dovgan (1998); incorpora o preparo coroa-ápice e instrumentos rotatórios para execução da primeira etapa da instrumentação, a ampliação dos terços cervical e médio. O terço apical, correspondente aos 4mm apicais, considerado como área crítica, por sua delicadeza e por ser especialmente ele que necessita ser hermeticamente selado pela obturação, é preparado manualmente. Para proporcionar maior uniformidade entre o preparo

cervical e o apical, um instrumento rotatório Hero 20.06 foi utilizado até o início do terço apical.

Em ambos os grupos, técnicas manual e híbrida, o diâmetro final do preparo no terço apical foi da lima Flexofile 30. A determinação do diâmetro cirúrgico 30 deve-se ao fato de que maior ampliação pode significar maior possibilidade de englobar a área anatômica do canal, também proporciona maior limpeza, tanto pelo desgaste em si quanto pela facilidade de se penetrar mais profundamente com a cânula irrigadora, conferindo maior efetividade da irrigação, sem, no entanto, comprometer as características anatômicas desta região.

O preparo coroa-ápice tem várias vantagens, entre elas: apresenta melhor sensibilidade tátil no preparo do terço apical, porque diminui as interferências na região cervical; possibilita redução dos efeitos da curvatura; torna mais efetiva a irrigação; promove a desinfecção prévia da porção coronária, minimiza o risco de extrusão microbiana pelo forame e diminui a alteração do comprimento de trabalho, pois este é determinado depois de a curvatura do canal ser reduzida (Goerig *et al.* 1982; Dovgan, 1998).

Assim, a hibridização de instrumentos manuais, para trabalhar as áreas mais delicadas, com instrumentos rotatórios, trabalhando no sentido coroa-ápice, para facilitar o acesso e a ação das limas manuais, mostrou ser uma eficiente combinação, tanto na praticidade como na diminuição do tempo e desgaste do operador.

Por outro lado, a excessiva ampliação do canal na região, chamada por Abou-Rass *et al.* (1980) de “zona de perigo”, pode resultar numa perfuração ou numa espessura muito fina da parede radicular, diminuindo sua resistência. Tanto na técnica híbrida (grupo 2) como na rotatória (grupo 3), foram utilizadas as brocas de Gates-Glidden 2-5, razão que justifica as medidas para verificar as alterações das áreas dos canais e da espessura da parede distal do canal radicular.

As técnicas mecânicas sempre foram um anseio dos profissionais ligados à endodontia. A viabilização das técnicas mecânicas ocorreu com o emprego da liga de níquel-titânio para confecção dos instrumentos endodônticos. Portanto, a técnica rotatória foi incluída no trabalho, porque hoje é uma realidade.

Diversos são os sistemas mecânicos de instrumentação comercializados atualmente, e, de forma geral, todos os sistemas são bons, com pontos positivos e negativos. Dentre eles destacam-se: o sistema Quantec Series 2000, Sistema Profile Series 29 (Dentsply/Tulsa), Sistema Maillefer Profile 0,04/0,06, Sistema GT - Great Tapers (Dentsply/Maillefer), Sistema HERO 642 (Micro Mega), Sistema Power-R (Moyco Union Broach), Sistema ProTaper (Dentsply/Maillefer), Sistema K³ Endo (Sybron Dental Specialties), RaCe (FKG Dentaire) e o Sistema Easy Endo-Multitaper (Easy Equipamentos Odontológicos).

O sistema mecânico-rotatório testado neste trabalho foi o Easy Endo-Multitaper. A escolha se deu porque é um sistema de concepção moderna, tanto no “design” dos instrumentos como na utilização de motores de última geração, com controle de torque por meio de dispositivos eletrônicos controlados por microprocessadores e pela ausência de trabalhos publicados.

O motor que utiliza contra-ângulo regular 1:1, mostrou ter um torque estável compensando as diferentes variáveis como dureza da dentina, raio e ângulo de curvatura, e interferências do próprio contra-ângulo; fatores que podem levar à fratura do instrumento. O controle auditivo de estresse, que avisa o operador por meio de um sinal sonoro (bip) sobre o nível de estresse que o instrumento em uso está sofrendo naquele momento também contribuiu para a prevenção das fraturas.

O conjunto de instrumentos recebe o nome de Sistema Miltex Prodesign, porque utiliza vários desenhos em sua seqüência de limas. Apresenta, ainda, conicidades variadas e identificação de cores pelo sistema ISO.

Cada “design” tem uma indicação própria para a região do canal a ser preparada. Por exemplo: para o preparo do terço apical as limas têm um desenho pentagonal que lhes confere flexibilidade e resistência torcional, característica diretamente proporcional à área de massa metálica do instrumento, porém, com menor capacidade de corte. Ressalte-se que a massa interna de uma lima pentagonal é cerca de 28% maior que a massa de uma lima quadrangular de mesmo diâmetro. A prioridade no terço apical é a segurança. Para atingi-la, as limas que trabalham até ele apresentam desenho pentagonal e quadrangular.

O preparo realizado de forma segmentada diminui a área de contato do instrumento com a parede do canal cortando-o em pequenas porções com pouca energia perdida e maior segurança. Sendo o torque proporcional ao diâmetro do instrumento na região onde ele está exercendo o trabalho de corte, quanto menor for a área de atrito entre a lima e a parede do canal, melhor será o efeito do seu controle (Bassi, 2002).

A maior flexibilidade na ponta do instrumento (zona de perigo) foi conseguida pela diminuição do diâmetro. A partir da confecção da matriz apical com o diâmetro 25, não se dilata mais o terço apical; portanto, as limas de acabamento, para dar ao canal um preparo cônico, trabalham sem que sua ponta toque nas paredes, servindo apenas de guia para as porções mais grossas da lima.

Como substância auxiliar da instrumentação foi escolhido o gel de clorexidina a 2% porque tem ação sobre a “smear layer”, é solúvel em água, biocompatível com os tecidos periapicais e tem ação lubrificante e antimicrobiana (Gomes, *et al.* 2001; Ferraz *et al.* 2001). Para remoção do gel foi usado o soro fisiológico, e EDTA a 17%, para complementar a remoção da parte mineral da “smear layer”.

6.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As técnicas de instrumentação testadas apresentaram desempenho semelhante no segmento apical, em ambos os canais. Acredita-se que isto se deu porque os diâmetros de ampliação do terço apical foram semelhantes para as três técnicas.

No entanto, ao se analisar os incrementos, verificou-se que no segmento apical a técnica manual desgastou significativamente mais que a técnica rotatória. Os gráficos 5 e 6 mostram esta diferença e permitem visualizar que a técnica manual, no terço apical, resultou num incremento maior em relação às outras duas técnicas, embora a diferença estatística tenha ocorrido somente em comparação com a técnica rotatória. Considerando-se os incrementos percentualmente, a técnica manual gerou um aumento de 153%, a híbrida de 90% e a rotatória de 50%. Fabra-Campos & Rodriguez-Vallejo (2001) encontraram 92,3% de incremento para o Quantec no que denominaram de região semi-apical, na raiz mesial de molares inferiores.

O maior incremento na técnica manual não está bem claro, mas, provavelmente, deve-se a três fatores: a) menores medidas das áreas pré-instrumentação, embora a estatística não tenha acusado diferença; b) ausência do pré-alargamento cervical; c) emprego do movimento de limagem, que passou a ser utilizado a partir do instrumento memória. Os dois últimos fatores colaboram para maior deformação do canal na região. Parte deste raciocínio explica o menor incremento da técnica rotatória, pois teve as maiores áreas pré-instrumentação.

Shadid *et al.* (1998) encontraram áreas significativamente maiores na instrumentação manual comparada ao Lightspeed. Rhodes *et al.* (2000) comparando uma técnica manual com o sistema Profile não encontraram diferenças entre as duas; não obstante, observaram que a instrumentação manual pareceu produzir formas mais variadas, com conseqüente aumento de área.

Ao observar-se as imagens apicais, notou-se que em algumas delas, independentemente da técnica, mesmo com aumento da área, existiam regiões do canal que não haviam sido atingidas pelos instrumentos (Figuras 5.1, 5.2, 5.3 e 5.5). Isto foi observado por Short *et al.* (1997), ao avaliarem ampliações com instrumentos 30 e 40, utilizando os sistemas Lightspeed, McXim, Profile e instrumentação manual com Flex-R; e por Ponti *et al.* (2002), ao compararem o sistema Profile com GT, que notaram estreitas regiões sem serem atingidas pela instrumentação. Hülsmann *et al.* (2001) também fizeram essas observações com Quantec SC e com o Hero 642; e, Foschi *et al.* (2004) com o sistema ProTaper e *Mtwo*.

No segmento cervical área 1, a técnica manual mostrou uma área significativamente menor que a técnica híbrida, o que é compreensível, pois na técnica manual não foram utilizados instrumentos rotatórios para realização do preparo cervical. Nos outros dois grupos, brocas de Gates-Glidden 2 a 5 foram utilizadas. No mesmo segmento, porém na área 2, a técnica manual diferiu da técnica rotatória e teve valores estatisticamente iguais, quando comparada à técnica híbrida (Gráficos 1 e 2).

É importante ressaltar que a média da área com a técnica manual (grupo 1) para o segmento cervical foi, respectivamente, 0,579mm e 0,554mm, para as áreas 1 e 2, equivalentes aproximadamente ao diâmetro de um instrumento 55. A média da técnica híbrida foi de 0,757 e 0,679mm, e da técnica rotatória, 0,727 e 0,728 para as áreas 1 e 2, diâmetros equivalentes a limas 70. Assim, ao analisar os dados desta forma, pode-se dizer que as técnicas que utilizaram a ampliação com a seqüência de brocas de Gates-Glidden ampliaram mais o terço cervical do canal do que a técnica manual. Embora estatisticamente a diferença tenha ocorrido numa área, entre manual e híbrida, e, em outra, entre manual e rotatória, os valores das médias da híbrida e rotatória estão muito próximos.

Deplazes *et al.* (2001) encontraram, na mesma região, ampliações equivalentes ao instrumento 70 para instrumentação manual com lima máxima apical 45, e equivalente ao instrumento 62,5 para o sistema Lightspeed, com lima máxima apical 52,5.

Outro dado muito importante foi que o maior aumento das áreas no segmento cervical, ocorrido com as técnicas híbrida e rotatória, não resultou em alterações significativas na espessura da parede distal da raiz, em relação à técnica manual. As médias desta distância foram estatisticamente iguais para as três técnicas.

Ao se analisar os incrementos no terço cervical, a técnica híbrida apresentou uma média significativamente maior que a técnica manual e, na área 1, também significativamente maior que a rotatória.

Os dados estatísticos evidenciaram, nos testes de amostras pareadas, pré e pós-instrumentação, valores de áreas significativamente maiores após a instrumentação, fato esperado, pois significa que a instrumentação atingiu, pelo menos em parte, seu objetivo de ampliar o canal.

Dentro desta análise, também no pós-instrumentação a espessura média da parede distal do canal foi significativamente menor do que as médias antes da instrumentação. Isto significa que em todas as técnicas ocorreu um maior desgaste do canal em direção à área de risco. Esta distância sofreu uma redução de aproximadamente 0,40mm em relação à medida antes da instrumentação (Gráficos 7 e 8). O remanescente médio de dentina foi de 0,64mm para a técnica manual, 0,589mm para a técnica híbrida e 0,560mm para o sistema rotatório. Lim & Stock (1987) consideraram que uma espessura remanescente da parede radicular entre 0,2 e 0,3mm pode ser considerada fina demais, e que durante os procedimentos de condensação lateral ou vertical na etapa de obturação dos canais, provavelmente se romperia.

É interessante ressaltar que a técnica manual mesmo apresentando menor área cervical e maior espessura de remanescente dentinário após a instrumentação desgastou perigosamente em direção à furca, pois não houve diferença entre as técnicas nesta observação. Vale enfatizar, ainda, que na técnica manual teve um caso de desgaste total desta parede e os menores valores de espessura mínima, resultados semelhantes aos obtidos por Lim & Stock (1987) com a técnica escalonada. Pode-se concluir, portanto, que as técnicas híbrida e rotatória desgastaram mais uniformemente, em direção às diferentes regiões da raiz, enquanto na técnica manual o desgaste ficou mais concentrado na área de risco. Aqui também, a falta do preparo cervical, com remoção das projeções de dentina, que forçam um posicionamento distal do instrumento, unido ao movimento de limagem, parece ter sido a causa do desgaste.

Estes resultados concordam com Gluskin *et al.* (2001), que, ao compararem os efeitos da instrumentação manual associada a brocas de Gates-Glidden com o sistema rotatório GT, encontraram diferenças significativas na espessura remanescente de dentina na área de risco. A média de dentina removida foi de 0.40mm na técnica manual associada à Gates-Glidden, enquanto a média do sistema GT foi de 0.25mm. Concluíram que muita perda de estrutura ou “striping”, tem ocorrido para se criar um adequado acesso radicular. Reconhecem sua importância, mas recomendam cautela no uso das brocas de Gates-Glidden, Peeso ou instrumentos de grande conicidade para realizá-lo. Achados semelhantes foram também verificados por Bergmans *et al.* (2002) ao compararem os sistemas Lightspeed e GT.

O deslocamento do canal em direção à área de risco tem sido demonstrado também por trabalhos de Calhoun & Montgomery (1988); Portenier *et al.*(1998); Fabra-Campos & Rodriguez-Vallejo (2001). Ponti *et al.* (2002), comparando o sistema Profile conicidade 0.06 Série 29 e o sistema Profile GT, não encontraram diferenças significativas de deslocamento do canal com essas técnicas.

Com relação ao tempo, a técnica manual teve a maior média de tempo, com diferença significativa em relação às outras duas. A técnica híbrida gastou mais tempo que a técnica rotatória, mas a diferença não foi significativa. Estes resultados concordam com a literatura que, de modo geral, tem mostrado a maior rapidez das técnicas mecânicas ou híbridas em relação às técnicas manuais (Al-Omari *et al.* 1992 Pt 1; Short *et al.* 1997; Coleman & Svec, 1997; Porto Carvalho *et al.* 1999; Gluskin *et al.* 2001). A diminuição do tempo de trabalho resulta, em última análise, em menor custo do tratamento, maior produtividade e menor fadiga tanto para o profissional quanto para o paciente.

Vale ressaltar que a contagem do tempo incluiu todos os procedimentos, como troca de instrumentos, calibragem do comprimento e procedimentos de irrigação.

Somente um caso de fratura de instrumento foi registrado, e este ocorreu na técnica rotatória. É importante lembrar que foram utilizados três jogos de instrumentos para cada grupo o que significa que cada instrumento foi utilizado em dez canais. Hülsmann *et al.* (2001) tiveram cinco instrumentos fraturados com o sistema Quantec SC também após a utilização em 10 canais. Outros trabalhos também demonstraram um maior percentual de fratura de instrumentos com diferentes sistemas rotatórios (Thompson & Dummer 1998; Shelagh *et al.* 1998; Griffiths, *et al.* 2001; Calberson, *et al.* 2002). Acredita-se que o preparo segmentado, o “design” dos instrumentos e o eficiente controle de torque do motor utilizado no sistema colaboraram para a baixa incidência de fraturas.

Uma análise geral dos resultados permite, ainda, algumas observações. O preparo do terço apical deixou em muitos canais áreas sem serem atingidas pela instrumentação evidenciando a importância das substâncias auxiliares da instrumentação, já que, maior ampliação na tentativa de englobar estas áreas, pode significar deformações indesejáveis nesta região de delicada anatomia.

Quanto ao preparo cervical, a utilização de instrumentos rotatórios resultou em canais com preparos mais uniformes que englobaram geralmente

toda a área do canal. Embora não se tenha medido a espessura das demais paredes radiculares, a observação destes segmentos sugere que o pré-alargamento cervical realizado com instrumentos rotatórios, mesmo com maior ampliação produz igual aproximação em direção à “área de risco” quando comparados à instrumentação exclusivamente manual.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a proposição e respeitando as limitações que se impõem a um trabalho como este, pode-se concluir que:

- A) as técnicas testadas apresentaram área pós-instrumentação semelhantes no segmento apical; não houve diferença estatística entre as áreas mensuradas, segundo as técnicas empregadas;
- B) o incremento pré/pós-instrumentação foi maior com a técnica manual no segmento apical;
- C) no segmento cervical, as técnicas híbrida e rotatória apresentaram maior ampliação do que a técnica manual, com uma área média correspondente a lima 70, em comparação com uma área média correspondente a lima 55 para a técnica manual;
- D) a espessura remanescente da parede distal da raiz mesial foi de 0,640, 0,589 e 0,560mm, respectivamente, para as técnicas manual, híbrida e sistema Easy Endo Multitaper;
- E) as técnicas híbrida e rotatória foram significativamente mais rápidas que a técnica manual.

REFERÊNCIAS

- 1 Al-Omari, MAO, Dummer, PMH, NewCombe, RG. Comparison of six file to prepare simulated root canal. **In Endod J.** 1992; 25 Pt 1: 57-60.
- 2 Abou-Rass, M, Frank, AL, Glick, DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **J Amer dent Ass.** 1980; 101(5): 792-4.
- 3 Abou-Rass, M, Jastrab, RJ. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. **J Endod.** 1982; 8(2): 78-82.
- 4 Azabal Arroyo, M, Hidalgo Arroquia, JJ, Garcia Barbero, E. Ayudas en la instrumentación: la pieza de mano Safety-M4. **Rev esp Endod.** 1998;16(1): 38-43.
- 5 Barthel, CR, Gruber, S, Roulet, JF. A new method to assess the results of instrumentation techniques in the root canal. **J Endod.** 1999; 25(8): 535-8.
- 6 Bassi, HAA. Sistema Easy Endo-Multitaper. *In:* Leonardo, MR, Leonardo, RT. **Sistemas rotatórios em Endodontia – instrumentos de níquel-titânio.** São Paulo: Artes Médicas; 2002. p.287-314.
- 7 Brilliant, JD, Christie, WH. A test of Endodontics. **J Acad Gener Dent.** 1975; 23: 29-36.
- 8 Bergmans, L, Van Cleynenbreugel, J, Wevers, M, Lambrechts, P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. **Int Endod J.** 2001; 34(5): 390-8.
- 9 Bergmans, L, Van Cleynenbreugel, J, Beullens, M, Wevers, M, Van Meerbeek, B, Lambrechts, P. Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. **Int Endod J.** 2002; 35: 820-8.
- 10 Bergmans, L, Van Cleynenbreugel, J, Beullens, M, Wevers, Van Meerbeek, B, Lambrechts, P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. **Int Endod J.** 2003; 36(4): 288-95.

- 11 Bramante, CM, Berbert, A, Borges, RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. **J Endod.** 1987; 13(5): 243—5.
- 12 Bryant, ST, Thompson, AS, Al-Omari, MAO, Dummer, PMH. Shaping ability of ProFile rotatory nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals. **Int. Endod. J.** 1998; (31): 282-9.
- 13 Buchanan, IS. The standardized-taper root canal preparation. Concepts for variably tapered shaping instruments. **Int Endod J.** 2000; 33 Pt1: 516-29.
- 14 Buchanan, IS. The standardized-taper root canal preparation. GT file selection and safe handpiece-driven file use. **Int Endod J.** 2001; 34 Pt2: 63-71.
- 15 Buchanan, IS. The standardized-taper root canal preparation. GT file technique in large root canals with small apical diameters. **Int Endod J.** 2001; 34 Pt3: 149-56.
- 16 Buchanan, IS. The standardized-taper root canal preparation. GT file technique in large root canals with large apical diameters. **Int Endod J.** 2001; 34 Pt4: 157-64.
- 17 Buchanan, IS. The standardized-taper root canal preparation. GT file technique in small root canals. **Int Endod J.** 2001; 34 Pt5: 244-49.
- 18 Buchanan, IS. The standardized-taper root canal preparation. GT file technique in small root canals. **Int Endod J.** 2001; 34 Pt6: 250-9.
- 19 Calberson, FLG, Deroose, CAJG, Hommez, GMG, Raes, H, De Moor, RJG. Shaping ability of GT rotary files in simulated resin root canals. **Int Endod J.** 2002; 35: 607-14.
- 20 Calberson, FLG, Deroose, CAJG, Hommez, GMG, Raes, H, De Moor, RJG. Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. **Int Endod J.** 2004; 37: 613-23.

- 21 Calhoun, G, Montgomery, S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. **J Endod.** 1998; 14(6): 273-7.
- 22 Campos, JM, Del Rio, C. Comparison of mechanical and Standard hand instrumentation technique in curved root Canals. **J Endod.** 1990; 16(5): 230-4.
- 23 Clem, WH. Endodontics: the adolescent patient. **Dent Clin North Am.** 1969; 13(2): 483-93.
- 24 Coffae, KP, Brilliant, JD. The effect of serial preparation vesus nonserial preparation of tissue removal in the root canals of extracted mandibular molars. **J Endod.** 1975; 1: 211-14.
- 25 Coleman, CL; Svec, TA. Analisis of NiTi versus stainless stell instrumentation in resin simulated canals. **J Endod.** 1997; 23: 232-5.
- 26 Deplazes, P, Peters, C, Barbakow, F. Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. **J Endod.** 2001; 27(3): 196-202.
- 27 Dovgan, JS. Incorporating nickel-titanium instrumentation in your practice. **Dent Today** 1998; 17(10).
- 28 Esposito, PT, Cunningham, CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. **J Endod.** 1995; 21(4): 173-6.
- 29 Fabra-Campos, H, Rodrigues-Vallejo, J. Digitization, analysis and processing of dental images during root canal preparation with Quantec Series 2000 instruments. **Int Endod J.** 2001; 34(1): 29-39.
- 30 Fava, LRG. Uma variação do preparo biomecânico escalonado: preparo biomecânico biescalonado. **Rev Ass Paul cirurg Dent.** 1983; 37(2): 100-6.

- 31 Ferraz, CCR, Gomes, BPFA, Zaia, AA, Teixeira, FB, Souza Filho, FJ. *In vitro* assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. **J. Endod.** 2001; 27(7): 452-5.
- 32 Foschi, F, *et al.* SEM evaluation of canal wall dentine following use of *Mtwo* and ProTaper NiTi rotary instruments. **Int Endod J.** 2004; 37(12): 832-9.
- 33 Frank, AL. An evaluation of the Giromatic endodontic handpiece. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1967; 24(3): 419-22.
- 34 Gambarini, G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. **Endod Dent Traumatol.** 2000; 16:95-100.
- 35 Gambill, JM, Alder, M, Del Rio, C. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J Endod.** 1996; 22(7): 369-75.
- 36 Garala, M, Kutler, S, Hardigan, P, Steiner, R, Dorn, S. A comparison of the minimum canal wall thickness remaining following preparation using two nickel-titanium rotary systems. **Int Endod J.** 2003; 36(9): 636-42.
- 37 Gluskin, AH, Brown, DC, Buchanan, LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canal shaped by novice operators. **Int Endod J.** 2001; 34(6): 476-84.
- 38 Goerig, AC, Michelich, RJ, Schultz, HH. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. **J Endod.** 1982; 8(12): 550-4.
- 39 Gomes, BPFA, Ferraz, CCR, Vianna, VB, Teixeira, FB, Souza Filho, FJ. *In vitro* antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. **Int Endod J.** 2001; 34: 424-8.
- 40 Griffiths, IT, Chassot, AL, Nascimento, MF, Bryant, ST, Dummer, PMH. Canal shapes produced sequentially during instrumentation with Quantec

- SC rotary nickel-titanium instruments: a study in simulated canals. **Int. Endod. J.** 2001; 32(2): 107-12.
- 41 Gutiérrez, J, García, J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1968; 25(1): 108-16.
- 42 Hata, G, Uemura, M, Kato, AS, Imura, N, Novo, NF, Toda, T. A comparison of shaping ability using Profile, GT file, and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. **J Endod.** 2002; 28(4): 316-21.
- 43 Heck, AR. **Avaliação radiográfica da deformação apical com uso de instrumentos manuais em aço inoxidável e de liga níquel-titânio e rotatórios de liga níquel-titânio** (dissertação). Bauru: USP/FOB; 1997.
- 44 Hill, RL, Del Rio, CE. A histological comparison of the canal wall planning ability of two new endodontic files. **J Endod.** 1983; 9 (12): 517-22.
- 45 Hülsmann, M, Stryga, F. Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. **J Endod.** 1993; 19(3): 141-5.
- 46 Hülsmann, M, Schade, M, Schäfers. A comparative study of root canal preparation with Hero 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. **Int Endod J.** 2001; 34(7): 538-46.
- 47 Jardine, SJ, Gulabivala, K. An *in vitro* comparison of canal preparation using two automated rotary nickel-titanium instrumentation techniques. **Int Endod J.** 2000; 33(4): 381-91.
- 48 Kavanagh, D, Lumley, PJ. An *in vitro* evaluation of canal preparation using Profile 0.04 and 0,06 taper instruments. **Endod Dent Traumatol.** 1998; 14: 16-20.
- 49 Kosa, DA, Marshall, G, Baumgartner, JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. **J Endod.** 1999; 25(6): 441-5.

- 50 Krayman, SM, Brilliant, JD. A comparison of the efficacy of serial preparation versus Giromatic preparation. **J Endod.** 1975; 1: 334-7.
- 51 Kum, KY, Spångberg, L, Bruce, YC, Young, J, Seung-Jong, L, Chang-Young, L. Shaping ability of three Profile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. **J Endod.** 2000; 26(12): 719-23.
- 52 Leeb, J. Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. **J Endod.** 1983; 9(11): 463-70.
- 53 Leonardo, MR, Leonardo, RT. **Sistemas rotatórios em endodontia – instrumentos de liga de níquel-titânio.** São Paulo: Artes Médicas; 2002.
- 54 Lim, SS, Stock, CJR. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the step-back technique. **Int Endod J.** 1987; 20: 33-9.
- 55 Lopes, HP. *et al.* Influência de limas endodônticas NiTi e de aço inoxidável, manuais e acionadas a motor no deslocamento apical. **Rev. bras Odont,**1997; 54(2):67-70.
- 56 Lopes, HP. *et al.* Considerações sobre a conicidade e o diâmetro das limas endodônticas. **Rev paul Odont.** 1998; 20(2): 8-14.
- 57 Lopes,HP, Siqueira Jr. **Endodontia – Biologia e técnica.** Rio de Janeiro: Medsi;1999.
- 58 Marshall, FJ, Pappin, J. A crown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. **Thechnique Manual,** Portland, Oregon Health Sciences University, 1980.
- 59 Morgan, LF, Montgomery, S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. **J Endod.** 1984; 10(10): 491-8.
- 60 Mullaney, TP, Petrick, JD. The ledge root canals: cause, prevention and correction. **J Ky Dent Ass.** 1968; 20:15-18.

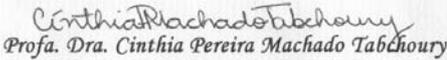
- 61 Mullaney, TP. Instrumentation of finely curved canals. **Dent. Clin North Am.** 1979; 23(4): 575-92.
- 62 O'Connell, DT, Brayton, SM. Evaluation of root canal preparation with two automated endodontic handpieces. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1974; 39(2): 298-303.
- 63 Peters, OA, Peters, CI, Schönenberger, K, Barbakow, F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. **Int Endod J.** 2003; 36(2):86-92.
- 64 Ponti, TM, McDonald, NJ, Kuttler, S, Strassler, HE, Dumsha, TC. Canal-centering ability of two rotary file systems. **J Endod.** 2002; 28(4): 283-6.
- 65 Portenier, I, Lutz, F, Barbakow, F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. **Int Endod J.** 1998; 31: 103-11.
- 66 Porto Carvalho, LA, Bonett, I, Gagliardi Borges, MA. A comparison of molar root canal preparation using stainless steel and nickel-titanium hand files. **J Endod.** 1999; 25: 807-10.
- 67 Rhodes, JS, Pitt Ford, TR, Lynch, JA, Liepins, PJ, Curtis, RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. **Int Endod J.** 2000; 33(3): 279-85.
- 68 Roane, JB, Sabala, CL, Duncanson, MG. The "Balanced Force" concept for instrumentation of curved canals. **J Endod.** 1985; 11(5): 203-
- 69 Rödig, T, Hülsmann, M, Mühge, M, Schäfers, F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. **Int Endod J.** 2002; 35: 919-28.
- 70 Roig-Cayón, M, Pumarola Suñé, J, Basilio Monné, J. Preparación biomecánica en endodoncia con nuevas técnicas de instrumentación mecánico-rotacionales. **Rev. esp. Endod.** 1995; 13(2): 55-67.

- 71 Royal, JR, Donnelly, JC. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. **J Endod.** 1995; 21(6): 300-4.
- 72 Sabala, CL, Roane, JB, Southard, LZ. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. **J Endod.** 1988; 14(2): 59-64.
- 73 Schäfer, E. Effects of four instrumentation techniques on curved canals: a comparison study. **J Endod.** 1996; 22(12): 685-9.
- 74 Schäfer, E. Shaping ability of Hero 642 rotatory nickel-titanium instruments and stainless steel hand K-Flexofiles in simulated curved root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2001; 92: 215-20.
- 75 Schäfer, E, Vlassis, M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus Race. **Int Endod J.** 2004; 37(4) Pt1: 229-38.
- 76 Schäfer, E, Vlassis, M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus Race. **Int Endod J.** 2004; 37(4) Pt2: 239-48.
- 77 Schneider, SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1971; 2(32): 273-5.
- 78 Schilder, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin Noth Am.** 1974; 18(2): 269-96.
- 79 Serene, TP, Adams, JD, Saxena, A. **Nickel-titanium instruments – applications in Endodontics.** St. Louis: Ishiyaku Euro America;1995.
- 80 Shadid, DB, Nicholls, JI, Steiner, JC. A comparison of curved canal transportation with balanced force versus lightspeed. **J Endod.** 1998; 24(10): 651-4.

- 81 Short, JA, Morgan, LA, Baumgartner, JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. **J Endod.** 1997; 23 (8): 503-7.
- 82 Siqueira, JF, Araujo, MCP, Garcia, PF, Fraga, RC, Dantas, CJS. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. **J Endod.** 1997; 23(8): 499-502.
- 83 Smith, RB, Edmunds, DH. Comparison of two endodontic handpieces during the preparation of root canals in extracted human teeth. **Int Endod J.** 1998; 31: 22-31.
- 84 Thompson, AS, Dummer PMH. Shaping ability of Quamtec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. **Int Endod J.** 1998; 31 Pt 1: 259-67.
- 85 Thompson, AS, Dummer PMH. Shaping ability of Quamtec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. **Int Endod J.** 1998; 31 Pt 2: 268-74.
- 86 Thompson, AS, Dummer PMH. Shaping ability of Mity Roto 360° and Naviflex rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. **J Endod.** 1998; 24(2 Pt 1): 128-34.
- 87 Thompson, AS, Dummer PMH. Shaping ability of Mity Roto 360° and Naviflex rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. **J Endod.** 1998; 24(2 Pt 2): 135-42.
- 88 Thompson, AS, Dummer PMH. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. **Int Endod J.** 2000; 33 (3 Pt 1): 248-54.
- 89 Thompson, AS, Dummer PMH. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. **Int Endod J.** 2000; 33 (3 Pt 2): 255-61.

- 90 Valdrighi, L, Biral, RB, Pupo, J, Souza Filho, FJ. Técnicas de instrumentação que incluem instrumentos rotatórios no preparo biomecânico dos canais radiculares. In: Leonardo, MR, Leal, JM. **Endodontia – tratamento de canais radiculares**. São Paulo: Panamericana; 1991. p. 419-28.
- 91 Turek, T, Langeland, K. A light microscopy study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of root canals. **J Endod**. 1982; 8(10): 437-44.
- 92 Walia, H, Brantley, WA, Gerstein, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. **J Endod**. 1988; 14(7): 1988.
- 93 Walton, RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. **J Endod**. 1976; 2(10): 304-11.
- 94 Wildey, WL, Steve Senia, E. A new root canal instrument and instrumentation technique: a preliminary report. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. 1989; 67: 198-207.
- 95 Wildey, WL, Steve Senia, E, Montgomery, S. Another look at root canal instrumentation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. 1992; 74: 499-507.
- 96 Zaia, AA, Ferraz, CCR, Yoshinari, GH, Souza Filho, FJ. A simple method for the analysis of root canal preparation. **J Endod**. 2000; 26(3): 172-4.
- 97 Zmener, O, Spielberg, C, Olmos, J. Effectiveness of two different methods for preparing curved root canals. **Endod Dent Traumatol**. 1994; 10: 215-9.

ANEXO 1 – CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA	
CERTIFICADO		
<p>Certificamos que o projeto de pesquisa "Avaliação da conformação do canal radicular após o preparo com 3 diferentes técnicas de instrumentação", protocolo CEP nº 168/2004, dos Pesquisadores Alexandre Roberto Heck e Luiz Valdrighi, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde - MS e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia - UNICAMP.</p>		
<p>We certify that the research project "Evaluation of root canal shaping after preparation with three diferents instrumentation techniques", register number 168/2004, of Alexandre Roberto Heck and Luiz Valdrighi, is in agreement with the recommendations of 196/96 Resolution of the National Health Committee - Brazilian Health Department and was approved by the Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas - UNICAMP.</p>		
<p>Piracicaba - SP, Brazil, November 03 2004</p>		
 Profa. Dra. Cinthia Pereira Machado Tabchoury Secretaria CEP/FOP/UNICAMP	 Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior Coordenador CEP/FOP/UNICAMP	

ANEXO 2 – TABELAS ESTATÍSTICAS

Tabela 1 - Análise de variância das variáveis pós-instrumentação, segmentos apical e cervical, áreas 1 e 2 e menor distância parede distal do canal à furca 1 e 2 (DF), segundo os grupos.

Variável		Soma dos Quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	Valor p
Apical 1	Entre os grupos	0,051833964	2	0,025916982	2,23	0,12037
	Dentro do grupo	0,488641084	42	0,011634312		
	Total	0,540475048	44			
Apical 2	Entre os grupos	0,025525909	2	0,012762955	0,90	0,41491
	Dentro do grupo	0,596674391	42	0,014206533		
	Total	0,6222003	44			
Cervical 1	Entre os grupos	0,274145616	2	0,137072808	4,49	0,01716
	Dentro do grupo	1,283455629	42	0,030558467		
	Total	1,557601246	44			
Cervical 2	Entre os grupos	0,242277964	2	0,121138982	4,24	0,02101
	Dentro do grupo	1,199777868	42	0,02856614		
	Total	1,442055832	44			
DF 1	Entre os grupos	0,009613333	2	0,004806667	0,08	0,92089
	Dentro do grupo	2,444706667	42	0,058207302		
	Total	2,45432	44			
DF 2	Entre os grupos	0,131217778	2	0,065608889	0,79	0,45832
	Dentro do grupo	3,46676	42	0,082541905		
	Total	3,597977778	44			

As variáveis, cervical 1 e 2, apresentaram diferenças entre as médias, segundo as técnicas empregadas, a um nível de probabilidade $p < 0,05$.

Tabela 2 - Comparações Múltiplas de Tukey, das variáveis pós-instrumentação, segmento cervical, áreas 1 e 2, segundo grupos.

Variável	(I) TÉCNICA	(J) TÉCNICA	Diferença Média (I-J)	Erro Padrão da Média	Valor p
Cervical 1	1	2	-0,179	0,064	0,02056
		3	-0,148	0,064	0,06386
	2	1	0,179	0,064	0,02056
		3	0,031	0,064	0,88110
	3	1	0,148	0,064	0,06386
		2	-0,031	0,064	0,88110
Cervical 2	1	2	-0,125	0,062	0,11676
		3	-0,174	0,062	0,01946
	2	1	0,125	0,062	0,11676
		3	-0,049	0,062	0,71172
	3	1	0,174	0,062	0,01946
		2	0,049	0,062	0,71172

Para a variável cervical 1, o grupo 1 (manual) difere do grupo 2 (híbrida), a um nível de probabilidade $p < 0,05$. Os grupos 2 e 3 e 1 e 3 apresentaram valores médios estatisticamente iguais.

Para a variável cervical 2, o grupo 1 (manual) difere do grupo 3 (rotatório), a um nível de probabilidade $p < 0,05$.

Tabela 3 - Análise de variância das variáveis incremento, pré pós-instrumentação, segmentos apical e cervical, áreas 1 e 2, e menor distância parede distal do canal à furca (DF) segundo os grupos.

Variável		Soma dos Quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	Valor p
Pré/pós apical 1	Entre os grupos	0,093988376	2	0,046994188	6,419962382	0,003691
	Dentro do grupo	0,307440416	42	0,00732001		
	Total	0,401428792	44			
Pré/pós apical 2	Entre os grupos	0,065334385	2	0,032667193	4,70938858	0,014278
	Dentro do grupo	0,291337627	42	0,00693661		
	Total	0,356672012	44			
Pré-pós cervical 1	Entre os grupos	0,417441923	2	0,208720962	9,387325944	0,000427
	Dentro do grupo	0,933842123	42	0,022234336		
	Total	1,351284046	44			
Pré-pós cervical 2	Entre os grupos	0,165179777	2	0,082589889	3,59038671	0,036352
	Dentro do grupo	0,966128611	42	0,023003062		
	Total	1,131308388	44			
Pré/pós DF 1	Entre os grupos	0,041124444	2	0,020562222	0,585262492	0,561437
	Dentro do grupo	1,4756	42	0,035133333		
	Total	1,516724444	44			
Pré/pós DF 2	Entre os grupos	0,006613333	2	0,003306667	0,07106502	0,931513
	Dentro do grupo	1,954266667	42	0,046530159		
	Total	1,96088	44			

As variáveis pré/pós apical 1, pré/pós apical 2, pré/pós cervical 1 e pré/pós cervical 2 apresentaram diferença entre as médias dos incrementos, segundo as técnicas empregadas, a um nível de probabilidade $p < 0,05$.

Tabela 4 - Comparações Múltiplas Games-Howell, da variável incremento pré pós-instrumentação, segmento apical, área 1 e segmento cervical, área 2, segundo grupos.

Variável	(I) TÉCNICA	(J) TÉCNICA	Diferença média (I-J)	Erro Padrão da	Valor p
Pré/pós apical 1	1	2	0,077	0,035	0,10254
		3	0,109	0,036	0,01856
	2	1	-0,077	0,035	0,10254
		3	0,032	0,019	0,23869
	3	1	-0,109	0,036	0,01856
		2	-0,032	0,019	0,23869
Pré/pós cervical 2	1	2	-0,145	0,057	0,04830
		3	-0,101	0,044	0,07636
	2	1	0,145	0,057	0,04830
		3	0,043	0,063	0,77700
	3	1	0,101	0,044	0,07636
		2	-0,043186667	0,063490284	0,77700

Para a variável pré/pós apical 1, o grupo 1 (técnica manual) difere do grupo 3 (técnica rotatória), a um nível de probabilidade $p < 0,05$. Para a variável pré/pós cervical 2, o grupo 1 (técnica manual) difere do grupo 2 (técnica híbrida), a um nível de probabilidade $p < 0,05$.

Tabela 5 - Comparações Múltiplas de Tukey, da variável incremento pré pós-instrumentação, segmento apical, área 2 e segmento cervical, área 1, segundo grupos.

Variável	(I) TÉCNICA	(J) TÉCNICA	Diferença média (I-J)	Erro Padrão da Média	Valor p
Pré/pós apical 2	1	2	0,070	0,030	0,06583
		3	0,088	0,030	0,01571
	2	1	-0,070	0,030	0,06583
		3	0,018	0,030	0,82088
	3	1	-0,088	0,030	0,01571
		2	-0,018	0,030	0,82088
Pré/pós cervical 1	1	2	-0,229	0,054	0,00039
		3	-0,065	0,054	0,46027
	2	1	0,229	0,054	0,00039
		3	0,164	0,054	0,01213
	3	1	0,065	0,054	0,46027
		2	-0,164	0,054	0,01213

Para a variável pré/pós apical 2, o grupo 1 (técnica manual) difere do grupo 3 (técnica rotatória), a um nível de probabilidade $p < 0,05$. Para a variável pré/pós cervical 1, o grupo 1 (técnica manual) difere do grupo 2 (técnica híbrida), e o grupo 2 difere do grupo 3 (técnica rotatória), a um nível de probabilidade $p < 0,05$.

Tabela 6 - Teste t de Student para amostras pareadas - pré e pós instrumentação, dos segmentos apical e cervical, áreas 1 e 2 e menor distância parede distal do canal à furca 1 e 2 (DF).

		Média das Diferenças Pareadas	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	T	GL	Valor p
Par 1	Apical 1 – Pré e Pós	-0,122	0,096	0,014	-8,564738296	44	0,00000
Par 2	Apical 2 - Pré e Pós	-0,141	0,090	0,013	-10,5417714	44	0,00000
Par 3	Cervical 1 – Pré e Pós	-0,450	0,175	0,026	-17,21086687	44	0,00000
Par 4	Cervical 2 – Pré e Pós	-0,425	0,160	0,024	-17,7964251	44	0,00000
Par 5	DF1 Pré e Pós	0,435	0,186	0,028	15,72097314	44	0,00000
Par 6	DF2 Pré e Pós	0,434	0,211	0,031	13,79103359	44	0,00000

Todas as variáveis apresentaram valores médios estatisticamente maiores no pós- instrumentação, quando comparado com o pré- instrumentação, a um nível de probabilidade $p < 0,05$.

Tabela 7 - Análise de variância da variável tempo, segundo os grupos.

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado Médio	F	Valor p
Entre os grupos	803,9388933	2	401,9694467	20,46167618	0,00000
Dentro do grupo	825,0896267	42	19,64499111		
Total	1629,02852	44			

A variável tempo apresentou diferença entre as médias, segundo as técnicas empregadas, a um nível de probabilidade $p < 0,05$.

Tabela 8 - Comparações Múltiplas de Tukey da variável tempo, segundo os grupos.

(I) TÉCNICA	(J) TÉCNICA	Diferença média (I-J)	Erro Padrão da Média	Valor p
1	2	6,446666667	1,618435092	0,00076
	3	10,23933333	1,618435092	0,00000
2	1	-6,446666667	1,618435092	0,00076
	3	3,792666667	1,618435092	0,06068
3	1	-10,23933333	1,618435092	0,00000
	2	-3,792666667	1,618435092	0,06068

O grupo 1 (técnica manual) difere do grupo 2 (técnica híbrida) e do grupo 3 (técnica rotatória), a um nível de probabilidade $p < 0,05$.