

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE

ARARAQUARA

GUILLERMO MAURICIO AGUIRRE BALSECA

**AVALIAÇÃO MICROSCÓPICA DO PREPARO
APICAL DE CANAIS RADICULARES CURVOS
PELA INSTRUMENTAÇÃO MANUAL
ROTATORIA E MECANIZADA ROTATÓRIA E
OSCILATÓRIA UTILIZANDO O SISTEMA
PROTAPER UNIVERSAL**

ARARAQUARA

2008



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

GUILLERMO MAURICIO AGUIRRE BALSECA

**AVALIAÇÃO MICROSCÓPICA DO PREPARO
APICAL DE CANAIS RADICULARES CURVOS PELA
INSTRUMENTAÇÃO MANUAL ROTATORIA E
MECANIZADA ROTATÓRIA E OSCILATÓRIA
UTILIZANDO O SISTEMA PROTAPER UNIVERSAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, para a obtenção do título de Doutor em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

**ARARAQUARA
2008**

Aguirre Balseca, Guillermo Mauricio

Avaliação microscópica do preparo apical de canais radiculares curvos pela instrumentação manual rotatória e mecanizada rotatória e oscilatória utilizando o sistema Protaper Universal / Guillermo Maurício Aguirre Balseca. – Araraquara: [s.n.], 2008.

127 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia

Orientador : Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

1. Tratamento do canal radicular - Instrumentação 2.
Tratamento do canal radicular. 3. Endodontia. I. Título

DADOS CURRICULARES

GUILLERMO MAURICIO AGUIRRE BALSECA

NASCIMENTO	16.10.1971 – QUITO/ECUADOR
FILIAÇÃO	Guillermo Federico Aguirre Marin Fabiola Magdalena Balseca Vega
1994/1998	Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontología Universidad Central Del Ecuador
1998/2000	Pós-Graduação em Endodontia, nível de Especialidad, Faculdade de Odontologia Universidad Central Del Ecuador
2000/2002	Pós-Graduação em Docência Universitária e Investigación Educativa, nível de Maestrado Universidad Nacional de Loja
2001/2003	Pós-Graduação em Reabilitação Oral (Prótese), nível de Especialidad, Faculdade de Odontologia Universidad San Francisco de Quito
2003/2005	Professor Principal de Ensino do Departamento de Dentística, da Faculdade de Odontologia de Universidad San Francisco de Quito
2007/2008	Professor Assistente do Departamento de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Universidad Central del Ecuador
2006/2008	Pós-Graduação em Endodontia, nível Doutorado, Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE ARARAQUARA

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

GUILLERMO MAURICIO AGUIRRE BALSECA

**AVALIAÇÃO MICROSCÓPICA DO PREPARO APICAL DE CANAIS
RADICULARES CURVOS PELA INSTRUMENTAÇÃO MANUAL
ROTATÓRIA E MECANIZADA ROTATÓRIA E OSCILATÓRIA
UTILIZANDO O SISTEMA PROTAPER UNIVERSAL**

COMISSÃO JUGADORA

DEFESA DE TESE DE DOUTORADO

Presidente e Orientador: Prof. Dr. IDOMEIO BONETTI FILHO

2º Examinador: Prof. Dr. RENATO DE TOLEDO LEONARDO

3º Examinador: Prof. Dr. FABIO LUIZ CAMARGO V. BERBERT

4º Examinador: Profa. Dra. LUCIANA ARANTES PORTO CARVALHO

5º Examinador: Prof. Dr. ELOI DEZAN JUNIOR

Araraquara, 19 de março de 2008

Dedicatória



A Deus,
à minha Família e
aos Amigos Verdadeiros,
que são a família que Deus
nos permitiu escolher,
dedico este trabalho como
prova de Amor e Gratidão
pela paciência, pelo apoio e incentivo,
pela confiança e principalmente pelo Amor a
mim dispensados durante toda essa jornada e
que tanto auxiliou no meu crescimento pessoal.

Agradecimentos Especiais



À Deus, pelas dádivas e oportunidades que me tem concedido, por mais esta conquista e por estar sempre presente iluminando meus passos.

Agradecimentos Especiais

Aos meus pais, Guillermo e Magdalena, pela orientação e pelo carinho na minha formação.

Agradecimentos Especiais

A meu avô, Amador Balseca, fonte de inspiração em todos os meus aspectos da vida, pelos exemplos de respeito, correção, fé, amor e doação, presentes no meu dia a dia.

Agradecimentos Especiais

A minha esposa Vanessa, pelo amor, apoio, carinho e incentivo em todos os momentos, especiais em nossas vidas.

A minha nova família, Trevolin e França, por me acolherem como próprio filho e fazerem parte da minha vida.

Agradecimentos Especiais

Ao meu orientador, Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho, pela orientação segura, pela oportunidade que me deu, desde o início, de poder trabalhar junto com ele, permitindo-me conseguir aproveitar todas as experiências e conhecimentos da profissão durante toda a minha formação de doutorado, assim como pela grande amizade que surgiu durante nossa convivência.

Agradecimentos

Ao meu caro amigo que se foi, meu irmão *rock and roll*, Henrique Somenzari Neto, uma homenagem póstuma pela lembrança sempre presente de nossa grande amizade, de seus atos e dos momentos felizes com que me brindou durante os anos que estivemos juntos.

Aos professores e amigos, Renato Leonardo, Fábio Berbert, Roberto Esberard, Mario Tanomaru Filho, pela entrega de seus conhecimentos que hoje fazem parte de minha formação profissional e como indivíduo, que acredito não encerrada, mas o início de uma longa troca de experiências que irão me servir por toda a vida.

Aos companheiros todos, do mestrado e do doutorado, pela valiosa amizade e parceria.

A minhas caras amigas, Paula Nakazone e Dayse Cifuentes, pela sua amizade e sua valiosa ajuda.

Agradecimentos

Ao Pedrinho e ao Marinho, assim como a todo o pessoal administrativo e técnico do Departamento de Odontologia Restauradora, pelo apoio constante no dia a dia, fazendo com que as atividades fossem desenvolvidas de maneira mais prazerosa.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP e a todos, em geral, pela bela acolhida a um estrangeiro em busca de conhecimento, que agora sente o Brasil e esta Faculdade como partes de sua vida, levando-os no coração.

Dedicatória especial



Ao fruto de meu amor por Vanessa,
Anjo ainda não nascido para o mundo,
Mas já presente em nossas vidas.

Sinal de esperança,
fonte de inspiração e desejo
de uma vida plena de amor e felicidade.

SUMÁRIO

Resumo.....	15
Abstract	16
INTRODUÇÃO	17
REVISÃO DA LITERATURA	22
PROPOSIÇÃO.....	71
MATERIAL E MÉTODO	72
RESULTADO	90
DISCUSSÃO	96
CONCLUSÃO	113
REFERÊNCIAS	114
APÊNDICES.....	122

Aguirre Balseca GM. Avaliação microscópica do preparo apical de canais radiculares curvos pela instrumentação manual rotatória e mecanizada rotatória e oscilatória utilizando o sistema Protaper Universal [tese doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia UNESP; 2008.

RESUMO

Este estudo avaliou o preparo apical, em canais curvos de raízes mesiais de molares inferiores humanos, sobre três diferentes aspectos: a área, o perímetro e o deslocamento, a partir da utilização do Sistema Protaper Universal empregando-se três diferentes cinemáticas: instrumentação manual e mecanização rotatória e oscilatória. Para isso, trinta e nove canais de raízes mesiais de molares inferiores humanos foram previamente selecionados. Todos eles apresentavam-se viáveis e não tratados endodonticamente, apresentando curvatura entre 30 e 40 graus e raio de 8 a 10 mm. As amostras foram preparadas, inseridas em blocos de resina, seccionadas transversalmente, na região apical e, em seguida, fotografadas com o auxílio de um microscópio digital (Olimpus Mic-D), para que posteriormente, fosse possível mensurar a variação dos aspectos propostos, pré e pós-instrumentação. Com a análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que não foi encontrada nenhuma diferença estatística entre as três cinemáticas: instrumentação manual e mecanização rotatória e oscilatória, empregadas aos instrumentos do Sistema Protaper Universal. O único dado estatisticamente relevante é que o instrumento de acabamento F3, quando empregada a cinemática oscilatória, promoveu um deslocamento maior do que quando a ele foi empregada a cinemática manual. Além disso, recomendamos o emprego da cinemática manual com os instrumentos do Sistema Protaper Universal, visto que sem incidências estatísticas, foi a que obteve um maior aumento de área e perímetro, promovendo um menor deslocamento apical durante a fase de preparo biomecânico de canais radiculares com curvatura severa.

Palavras-chave: Tratamento do canal radicular – instrumentação; tratamento do canal radicular; endodontia.

Aguirre Balseca GM. Microscopic evaluation of curve root canals apical preparation according to hand rotary, mechanized rotary and oscillatory instrumentation with Protaper Universal [tese doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2008.

ABSTRACT

This study evaluated the apical preparation, in curved mesial root canals of human mandibular molars, through three different features: area, perimeter and displacement (transportation), applying to it three different kinematics to Protaper Universal System: manual instrumentation, mechanically rotatory and oscillatory. Thirty-nine mesial root canals of human mandibular molars were previously selected. All of them were viables and without endodontic treatment, presenting angles of curvature between 30 degrees and 40 degrees, beyond the radius of 8 to 10 mm . The samples were prepared, invested into resin blocks and transversally sectioned in apical region. Afterwards, a digital microscope (Olimpus Micro-D) was used to take pictures, pre and post-instrumentation, for subsequently measurement of the proposed features variation. All results were analysed and there was no statistically difference between three kinematics (manual instrumentation and mechanical rotatory and oscillatory) applied to the Protaper Universal System's instruments. Data statistically relevant which should be considered is that the finishing file F3 applied the oscillatory kinematic, promoted a bigger transportation when compared to this file applied the manual kinematic. Moreover, the manual kinematic applied to the instruments of Protaper Universal system is recommended, since there is no statistical evidences it was the one which had a greater increase of area and perimeter, promoting a least apical displacement during the biomechanical prepare in root canal with several curvature.

Keywords: Root canal Therapy – instrumentation; root canal therapy; endodontics.

1 INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico representa uma das fases mais críticas do tratamento endodôntico. Ainda hoje, o conceito de limpeza e modelagem do canal radicular introduzido por Schilder em 1974, é considerado como princípio fundamental da Endodontia bem sucedida.

Sendo assim, a evolução das técnicas de instrumentação vem ocorrendo e uma das maiores preocupações durante esta fase do tratamento endodôntico, é a atuação dos instrumentos em toda a extensão das paredes dos canais radiculares, principalmente quando estes são curvos.

De acordo com Camps, Pertot (1995a), a técnica ideal deveria utilizar instrumentos flexíveis que permitissem o acesso a toda a extensão dos canais radiculares curvos, que resistem à fratura e com eficiência de corte com secção triangular.

Para Hata et al. (2002) e Park (2001), a limpeza e o preparo do canal radicular são de fundamental importância no tratamento endodôntico. Segundo os referidos autores, a capacidade de alargar um canal radicular sem desviá-lo durante a instrumentação é fundamental na Endodontia.

A introdução das ligas de níquel e titânio na Endodontia ocorreu em 1998 e preencheu alguns requisitos difíceis de serem alcançados pelas limas confeccionadas com ligas de aço inoxidável (Walia et al., 1988). A

alta elasticidade da liga de níquel e titânio faz com que o instrumento endodôntico fabricado com a mesma, seja mais flexível que o confeccionado com o aço inoxidável, permitindo uma melhor instrumentação dos canais curvos, mantendo o centro axial do mesmo.

Diversos autores como Carvalho (1997); Bishop, Dummer (1997); Schafer, Schlingemann (2003); Walia et al. (1988), já comprovaram tanto a superioridade destes instrumentos com relação aos de aço inoxidável, quanto a manutenção da forma original dos canais radiculares por eles instrumentados.

Atualmente, existe uma variedade de sistemas rotatórios para a instrumentação de canais radiculares. Esses sistemas apresentam diferenças no desenho, na forma e na conicidade (taper), desenvolvidas para facilitar e agilizar o preparo do canal radicular, além de representar uma tentativa de diminuir os acidentes operatórios durante essa fase.

Os instrumentos do Sistema Protaper (Dentsply - Maillefer – USA) constituem uma inovação tecnológica que deve ser diferenciada dos outros sistemas atualmente comercializados, pois apresentam variações múltiplas e progressivas de conicidade, que variam de 2 a 19%, ao longo de toda a sua parte ativa as quais permitem duas etapas de instrumentação. Estas etapas são diferenciadas através de suas funções durante a modelagem do canal radicular.

O sistema Protaper (Dentsply - Maillefer – USA) é constituído de seis instrumentos: três deles constituintes da fase “*Shaping*” denominados

de Sx, S1 e S2 e, outros três constituintes da fase “*Finishing*” denominados de F1, F2 e F3, sendo todo o sistema acionado mecanicamente.

O novo Sistema Protaper, denominado Universal, em relação ao Sistema Protaper convencional, apresenta variações que melhoram o desempenho desses instrumentos. Assim, o instrumento S2 apresenta uma ligeira modificação de conicidade ao longo da parte ativa, resultando num trabalho mais balanceado entre S1 – S2, tendo como benefício a transição entre S2 e F1 mais suave. Além disso, todos os instrumentos “*Finishing*” apresentam uma extremidade mais arredondada, devido à remoção do ângulo de transição da ponta. Isso confere maior segurança, menos transporte e um maior respeito à patência do canal radicular.

Atualmente, o Sistema Protaper Universal (Dentsply - Maillefer – USA) oferece instrumentos de ativação manual semelhantes aos ativados mecanicamente, que apresentam um cabo de silicone utilizado para se ajustar aos dedos do operador. Estes instrumentos oferecem máxima segurança e sensibilidade ao profissional, além disso, a alta capacidade de corte do sistema promove uma instrumentação mais rápida e diminui o custo do tratamento por dispensar a aquisição de um motor elétrico e/ou contra-ângulo redutor.

Calberson et al. (2004) atentaram para a deformação do instrumento F3 do Sistema Protaper (Dentsply - Maillefer – USA). Devido à observação dos autores, o fabricante modificou o instrumento F3,

reduzindo a secção transversal através da criação de sulcos ao longo do passo, melhorando a flexibilidade, reduzindo a rigidez e conseqüentemente, respeitando melhor a patência do canal.

Uma outra cinemática encontrada na literatura é a técnica oscilatória que surgiu como mais uma alternativa para a realização do preparo biomecânico. Os sistemas mecanizados por esta cinemática utilizam limas tipo k ou sistemas em que os instrumentos possuem conicidades diferentes do padrão, ambos compostos por ligas de aço inoxidável. Apresentam vantagens relacionadas tanto à economia de tempo e de custo quanto ao preparo adequado das paredes dos canais radiculares, principalmente aqueles que possuem anatomia curva e/ou achatada.

Kosa et al. (1999), observaram que não ocorreu desvio do eixo do canal radicular quando empregadas as limas de aço inoxidável FLEX-R (Union-Broach) acionadas pelos contra-ângulos oscilatórios Endo-gripper (Moyco-Union-Broach) e M-4 (Kerr). De acordo, está o trabalho realizado por Limonji et al. (2004) que também não verificaram diferenças estatísticas na utilização dos contra-ângulos Endo-gripper (Moyco-Union-Broach) e M-4 (Kerr).

Em contrapartida, Paque et al. (2005) realizaram o preparo de dentes com canais radiculares curvos, por meio da técnica AET (Anatomic Endodontic Tecnic), com o auxílio do contra-ângulo oscilatório Endo-Eze

e, observaram a ocorrência de transporte não recomendando sua utilização.

Independente da técnica escolhida (manual rotatória, mecanizada rotatória ou oscilatória), encontramos diferentes vantagens, desvantagens e controvérsias. Assim, surgiu um novo conceito no que diz respeito ao preparo dos canais radiculares, denominado hibridização de técnicas, a qual utiliza as vantagens de cada técnica, aumentando a possibilidade de sucesso no preparo biomecânico.

Neste trabalho serão avaliados os instrumentos do Sistema Protaper Universal (Dentsply - Maillefer – USA) e a atuação dos mesmos em nível apical dos canais radiculares curvos através da hibridização das cinemáticas manual, rotatória e oscilatória.

2 REVISÃO DA LITERATURA

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) introduziu uma nova metodologia para a classificação do grau de curvatura de diferentes dentes. De acordo com o grau de curvatura os dentes foram classificados em reto (menos de cinco graus) moderado (de dez a vinte graus) e de severo (vinte e cinco a

setenta graus). Os canais foram instrumentados com lima tipo Kerr em movimentos de alargamento até duas a três limas após a inicial. Em seguida, a obturação foi efetuada com cones de prata e as raízes foram seccionadas a um e cinco milímetros do ápice. Os canais foram medidos no sentido méso-distal e vestibulo-lingual com auxílio de um microscópio óptico. Os autores concluíram que os canais retos obtiveram um preparo mais redondo do que os canais curvos.

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.

Weine et al. (1975), observaram as possíveis deformações que poderiam ocorrer durante a instrumentação de canais radiculares. Para isso, eles instrumentaram canais radiculares simulados em blocos de resina e de dentes extraídos. Foi demonstrado que toda lima, pré-curvada ou não, tinha a tendência a se tornar reta quando dentro do canal radicular, assim, desgastando as paredes convexas do mesmo e determinando um desgaste com a forma de gota, no ápice, que foi denominado de “zip”, que acontecia quando o instrumento agia ultrapassando a extensão do canal radicular artificial. O zip apical prejudicará o selamento do canal radicular com o material obturador. Os autores também observaram que as deformações das paredes dos canais simulados em blocos de resina foram semelhantes às aquelas observadas nas paredes dos canais radiculares dos dentes extraídos, recomendando, então, os tais blocos como modelo experimental.

Mullaney (1979) analisa as técnicas de instrumentação usadas até então para a instrumentação de canais atrésicos e curvos, principalmente raízes mésio-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.

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 21 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 fotografadas 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.

Lim, Stock (1987) compararam os riscos de perfuração em canais curvos ao serem utilizadas a técnica “step-back” e a imagem 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 imagem 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.

Walia et al. (1988), introduziram em endodontia, as limas fabricadas com uma liga de níquel e titânio (Nitinol). Em seu estudo, os autores comparam as limas de níquel titânio de secção triangular número 15, com as limas de aço inoxidável também de número 15 com a mesma secção triangular e fabricadas pelo mesmo processo. As limas foram avaliadas em três testes mecânicos, medindo-se o momento da dobra, de torção no sentido horário e no sentido anti-horário. A metodologia seguiu as especificações número 28 da ANSI/ADA. As forças foram comparadas em relação a flexibilidade relativa e a resistência a fratura na torção. Antes dos testes as limas foram fotografadas em um microscópio eletrônico pra observar o efeito do processo de fabricação e, em seguida, após o teste de torção para comparar a morfologia da superfície de fratura. Os autores concluíram que em virtude de seus baixos valores de memória elástica, as limas de nitinol apresentaram uma flexibilidade duas a três vezes maiores que as limas de aço inoxidável, além de serem superiores em relação à resistência a fratura quando em torção no sentido horário e anti-horário.

Himel et al. (1994), fizeram um estudo para avaliar a efetividade de limas de níquel e titânio rotatórias e manuais Nitinol e das manuais de aço inoxidável com diferentes técnicas de instrumentação, utilizando noventa blocos de resina acrílica. Neste estudo estas limas foram utilizadas em movimento de limagem “push-pull”, movimento de alargamento e movimento de rotação. Foram feitas imagens em computador destes blocos de resina, antes e depois da instrumentação dos canais artificiais. As diferenças entre o antes e o depois das imagens foram medidas e avaliadas. Como resultado foi demonstrado que as limas Nitinol, quando utilizadas em movimento de limagem, produziram um maior desgaste na parede externa do canal, de três a seis mm aquém do comprimento de trabalho. As limas de aço inoxidável desgastaram mais na parede externa do canal, no comprimento de trabalho e na zona de risco. Em movimento rotatório, as limas Nitinol foram as mais rápidas e foram as que melhor mantiveram a forma do canal. Foi concluído, com este trabalho, que as limas Nitinol devem ser utilizadas empregando movimento de alargamento e que elas agem efetivamente na modelagem do sistema de canais radiculares.

Zmener, Balbachan, em 1994, utilizaram 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 méso-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.

Royal, Donnely , em 1995, fizeram um estudo comparativo, por meio de análise radiográfica, utilizando a técnica de instrumentação de forças balanceadas com as limas Flex-R (Union Broach), K-Flex (Kerr), ambas de aço inox e com as limas de níquel e titânio (Brasseler). Os canais (vestibulares ou mesiais de molares) foram instrumentados até a lima numero 45. Foram feitas radiografias pré e pós-operatórias com uma lima no interior do canal. Estas radiografias foram posteriormente projetadas, para que se delineasse a conformação dos instrumentos. De acordo com o Método de Scheneider, A curvatura do canal de todas as radiografias foi medida. Foi realizada a análise comparativa dos desenhos

e após a instrumentação. Os resultados deste trabalho demonstraram estatisticamente, que ocorreu menor redução da curvatura do canal com as limas de níquel e titânio quando comparadas com as limas Flex-R e K-Flex. Foi concluído que as limas de níquel e titânio, utilizadas com a técnica de forças balanceadas, são mais seguras do que as Flex_R e K-Flex na instrumentação de canais radiculares curvos.

Espósito, Cunningham, em 1995, estudaram a forma dos canais radiculares, por meio de uma análise radiográfica, após a instrumentação com as limas manuais NT de níquel e titânio (Mac), limas de aço inoxidável K-Flex e limas NT de níquel e titânio movidas a motor, utilizando um micromotor elétrico Ni-Ti-matic. Foram selecionados 45 dentes com canais radiculares com curvatura entre 20 e 45 graus. Em todos os dentes, a instrumentação foi feita até a lima número 45, no comprimento de trabalho. Durante a instrumentação, foram tiradas um total de 5 radiografias, sempre com uma lima no interior do canal radicular. As radiografias foram digitalizadas em um computador, e suas imagens foram sobrepostas e comparadas. Neste trabalho, os instrumentos manuais e rotatórios de níquel e titânio mantiveram a forma original do canal radicular em todos os casos. A ocorrência do desvio da forma original do canal radicular, com os instrumentos de aço inoxidável, aumentou de acordo com o aumento do calibre do instrumento. Com os instrumentos de calibre maiores que o número 30, a diferença entre os

grupos níquel e titânio e aço inoxidável tornou-se estatisticamente significativa. Neste trabalho, as limas de níquel e titânio foram mais efetivas em manter a forma original do canal radicular em raízes curvas, quando o preparo apical era dilatado com instrumentos de calibre superior ao número 30.

Tepel et al., em 1995 analisaram a eficiência de corte de alguns instrumentos endodônticos de aço inoxidável, de aço inoxidável flexível e instrumentos de níquel e titânio de diferentes marcas. Foi utilizado neste trabalho um aparelho, que simula o uso clínico do instrumento, para instrumentar canais artificiais em blocos de resina. Os resultados obtidos foram que as limas K Nitinol apresentaram a pior eficiência de corte. As limas tipo K, principalmente, e os alargadores de aço inoxidável foram superiores. As limas que apresentaram a melhor eficiência de corte foram as limas flexíveis de aço inoxidável.

Camps, Pertot (1995a) utilizaram, neste estudo, as limas de níquel e titânio: Brasseler, JS Dental (JS Dental Inc, Ridgefield, CT, USA) e Maillefer. Como controle foram utilizadas 2 marcas de limas de aço inoxidável fabricadas pela Maillefer: as limas tipo K e as limas Flexofile. Em cada grupo, instrumentos de número 15 a 40 foram testados em blocos de resina acrílica, com movimento linear, simulando o movimento clínico utilizado para a remoção da lima do canal radicular. Cada instrumento realizava 100 movimentos de vaivém. Para isto foi utilizado

um aparelho especial que aplicava uma carga sobre a lima. A carga aplicada era aumentada proporcionalmente, de acordo com o aumento do calibre da lima. A profundidade das ranhuras produzidas na resina foi medida com um microscópio. Posteriormente, um instrumento de cada grupo foi incluído em resina e seccionado a 14 mm da ponta para o exame de sua secção transversal em microscópio óptico. A partir dos resultados obtidos, os autores observaram que a secção transversal do instrumento influencia na sua eficiência de instrumentação, sendo os instrumentos de secção triangular mais efetivos que os instrumentos de secção quadrangular. Há uma diferença significativa entre a eficiência de instrumentação das limas Kerr de níquel e titânio. Há necessidade de novas especificações para a eficácia de corte de instrumentação dos instrumentos endodônticos

Camps, Pertot (1995b) realizaram um estudo com a finalidade de comparar a rigidez e a resistência à fratura de quatro marcas de limas K de níquel e titânio: Brasseler (Savannah, GA, USA), JS Dental (JS Dental Inc., Ridgefield, CT, USA), McSpadden (NT Co Inc., Chattanooga, TN, USA) e Maillefer (Maillefer AS, Ballaigues, Switzerland). As limas de aço inoxidável tipo K da Maillefer foram utilizadas como controle. Os instrumentos testados foram os de número 15 a 40 e os testes seguiram a especificação número 28 da ANSI/ADA, tanto em relação à resistência à fratura pela torção, como em relação à dureza pelo momento da dobra.

Os resultados mostraram que as limas K de níquel e titânio (NiTi) satisfizeram as especificações em relação a rigidez e a deflexão angular no momento da fratura. O torque máximo do momento da fratura foi alcançado com todos os instrumentos, exceto as limas NiTi número 40 Maillefer, e as limas NiTi número 30 McSpadden. As limas K NiTi apresentaram um menor torque na fratura do que as limas K de aço inoxidável e mesma rotação no momento da falha, apresentaram também um momento de dobra 5 vezes menor do que as limas K de aço inoxidável com um ângulo de deformação permanente nulo.

Em 1995, Pertot et al. fizeram uma avaliação e compararam a configuração do canal radicular após a instrumentação com 3 tipos de instrumentos: Canal Master U de aço inoxidável, Canal Master U de níquel e titânio e técnica de escalonamento regressivo com limas de aço inoxidável tipo K onde as limas foram pré-curvadas. Foram utilizados 63 blocos de resina que foram divididos em 3 grupos com 21 blocos cada um. A avaliação da configuração do canal artificial foi feita com base em fotografias pré e pós-operatórias, onde foi comparada a diferença no diâmetro do canal artificial em diferentes níveis e o transporte do mesmo no sentido méso-distal. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística de variáveis (ANOVA). Os resultados demonstraram que as técnicas que utilizam o sistema Canal Master U, proporcionaram uma melhor configuração final do canal do que as limas tipo K de aço

inoxidável. Este estudo demonstrou ainda que os instrumentos Canal Master U de níquel e titânio e as limas tipo K de aço inoxidável são mais seguras em relação ao risco de fratura, do que o Canal Master U de aço inoxidável.

Dagher, Yared (1995) analisaram molares superiores extraídos de humanos com curvatura mínima de 24° e no máximo de 52°, instrumentados pelas limas Flex-R, Ultra-Flex (níquel-titânio) e lima K (aço inoxidável). Todos os grupos tiveram como lima memória apical o instrumento #35. Através de radiografias antes e após os preparos, concluíram que a curvatura foi melhor preservada com as limas Flex-R e Ultra-Flex.

Schäfer et al., em 1995, avaliaram a eficácia em modelar do canal radicular das limas de níquel e titânio tipo Kerr, dos alargadores e limas tipo Kerr de aço inoxidável, e dos instrumentos flexíveis de aço inoxidável com pontas ativas e com pontas inativas. Os autores utilizaram um aparelho de teste computadorizado para simular o uso clínico dos instrumentos. A instrumentação foi feita em blocos de resina acrílica, com canais simulados com 42 graus de curvatura. A instrumentação foi feita, em todos os canais artificiais, a partir do instrumento número 15 até o instrumento número 35. Os instrumentos testados foram as limas de níquel e titânio tipo Kerr da Mity (Ridgefield, CT), Niti (Chattanooga, TN) e

Texceed (Costa Mesa, CA), as limas tipo Kerr e alargadores de aço inoxidável de ponta inativa da Antaeos (Munich, Germany), Kerr (Karlsruhe, Germany), Maillefer (Ballaigues, Switzerland) e Union Broach (New York, NY). Antes e após a instrumentação foram feitas fotografias dos canais artificiais com um aumento de 40 vezes. A diferença entre a forma inicial e final do canal artificial foi medida em 14 pontos diferentes da curvatura. Em todos os casos, como resultado da instrumentação, ocorreram mudanças indesejáveis na forma do canal artificial. Na parede interna da curvatura, nenhum dos instrumentos testados foi capaz de remover material em toda a sua extensão. Na parede externa da curvatura, todos os instrumentos removeram material de todo o seu comprimento, resultando em uma saliência branda ou severa. A quantidade de mudanças indesejáveis na forma do canal artificial dependeu do instrumento utilizado. Os melhores resultados foram alcançados com os instrumentos flexíveis de ponta inativa.

Glosson et al. (1995), o preparo de canais radiculares utilizando-se instrumentos manuais de níquel-titânio, instrumentos de níquel-titânio acionados a motor e instrumentos manuais de aço inoxidável foi comparado. Os autores utilizaram 60 canais mesiais de molares inferiores humanos extraídos que foram divididos aleatoriamente em 5 grupos. As raízes foram incluídas em resina incolor e seccionadas nas áreas apical e média. No grupo A os canais foram instrumentados, usando-se a técnica

de $\frac{1}{4}$ de volta e tração com limas K-Flex. No grupo B, os canais foram preparados com limas manuais de níquel-titânio (Mity files®) empregando-se a mesma técnica que a do grupo A. O grupo C foi preparado com limas de níquel-titânio acionadas a motor NT Sensor. No grupo D os canais foram preparados com instrumentos manuais de níquel-titânio Canal Máster U. No grupo E os canais foram preparados com instrumentos rotatórios de níquel-titânio Lightspeed. Imagens digitalizadas dos canais sem instrumentação foram comparadas com imagens digitalizadas dos canais instrumentados. Os instrumentos de níquel-titânio acionados a motor (Lightspeed ou NT Sensor) ou manuais (Canal Máster U) causaram significativamente menos transporte do canal ($p<0,05$), mantiveram mais a centralização do canal ($p<0,05$), removeram menos dentina ($p<0,05$) e produziram um preparo de canal circular melhor que K-Flex e Mity Files. A instrumentação acionada a motor com Lightspeed ou NT Sensor foi significativamente mais rápida que a manual ($p<0,05$). Para os autores, dentro dos parâmetros estudados, a instrumentação acionada a motor foi mais eficiente que a manual.

Samyn et al. (1996) utilizaram canais mesiais de molares humanos com curvatura variando entre 20 e 35°. Os espécimes foram colocados em um muflo e seccionados em três níveis. Os dentes foram divididos em dois grupos e instrumentados pela técnica do escalonamento com movimentos de limagem e por limas tipo K de aço inoxidável e níquel

titânio. O preparo apical foi efetuado com a lima #30 e complementado com um escalonamento até a #50. Os resultados mostraram transporte dos canais para as duas técnicas, sendo que os canais desviaram em direção à furca, no início da curvatura, e contrariamente na parte apical, para o lado externo da curvatura. Preparos ovais foram obtidos em 53% dos casos com as limas tipo K de aço inoxidável e em 68% com limas de níquel-titânio.

Tharuni et al., em 1996, foi feita a comparação da instrumentação das limas tipo Kerr (Kerr, Romulus, MI) com os instrumentos LightSpeed (Lightspeed Technology, Inc., San Antonio, TX), instrumentando 24 blocos de resina, com canais artificiais com curvatura de 38 graus. Inicialmente, uma tinta radiopaca foi injetada nos blocos de resina e em seguida eles foram radiografados. Foram feitas fotografias das imagens radiográficas com um aumento de 4 vezes. Os canais simulados foram medidos a 1, 3, 5, e 7 mm do ápice. O meio de contraste foi removido dos canais artificiais e a instrumentação foi feita em movimento de limagem circunferencial, até o instrumento número 35, apicalmente, e escalonada até o instrumento número 80. A largura dos canais artificiais foi medida nos mesmos níveis, antes e após a instrumentação. A análise dos resultados foi baseada na alteração da largura do espaço do canal e na incidência de formação de degrau. Os autores concluíram que as limas tipo Kerr provocaram um maior alargamento do terço apical do canal, com uma maior incidência de

transporte, formação de “zips” e de degraus, também em nível apical. Os instrumentos LightSpeed permaneceram mais centralizados nos canais, com uma mínima incidência de transporte, formação de “zip’s” e de degrau apical. Os autores ainda consideraram o instrumento LightSpeed mais adequado para um preparo eficiente dos canais curvos.

Harlan et al. (1996) compararam as limas Flex-R de aço inoxidável e limas Onyx-R de níquel-titânio, em canais mesiais de molares humanos com curvatura variando entre 20 e 40°. Os dentes foram divididos em dois grupos, ambos preparados com a técnica de forças balanceadas até a lima #30 ou #45 no comprimento de trabalho, auxiliada pelas brocas de Gates-Glidden #1 a #6 na embocadura do canal e no sentido anticurvatura. Pela metodologia proposta por Bramante et al. (1987), concluíram que não houve diferenças significativas entre os preparos para os dois tipos de limas, no transporte da porção apical.

Coleman et al., em 1996, analisaram comparativamente o preparo de canais radiculares com a técnica de instrumentação escalonada (“Step Back”), utilizando limas K de níquel e titânio (Mity, JS Dental) e limas K de aço inoxidável (JS Dental). Foram utilizadas 20 raízes mesiais de molares inferiores, com curvatura de no mínimo 30 graus, de acordo com a modificação de Lim e Weber da metodologia de Schneider. Os dentes, embebidos em resina, foram seccionados em 3 partes. Para avaliar a

instrumentação dos canais radiculares foi utilizado o método de Bramante (Bramante et al. 1987). Para serem seccionados os canais méso-vestibulares foram marcados com um ponto azul no terço apical, médio e cervical. Foi colocada cera vermelha no interior do canal de cada secção para a documentação das imagens direto no computador, antes e após a instrumentação. Com o auxílio de um aparato de vidro foi possível padronizar a posição do dente em relação à lente da câmara. As secções foram posicionadas na mufla para a instrumentação. Durante esta fase, as limas foram pré-curvadas e houve uma alternância das limas em relação aos canais méso-vestibulares e méso-linguais. Não foi utilizada nenhuma solução irrigadora. O tempo de preparo dos canais radiculares também foi documentado. As imagens foram superpostas e analisadas em relação à centralização, ao transporte do canal, à forma do canal e à área de dentina removida. Foi concluído que as limas de níquel e titânio provocaram menor transporte dos canais radiculares e permaneceram mais centralizadas no nível do terço apical. Não houve diferença significativa em relação à área removida, ao tempo de instrumentação e à forma final dos canais radiculares. Os autores acrescentaram ainda que as limas de níquel e titânio, devido a sua alta flexibilidade, são menos eficientes para ultrapassarem saliências, obstruções e canais calcificados.

Chan, Cheung (1996) compararam os efeitos da instrumentação manual com limas de aço inoxidável tipo K em relação às limas tipo K de

níquel-titânio em dentes extraídos de humanos, moderadamente curvos, pela técnica manual cérvico-apical. Através da metodologia proposta por Bramante et al. (1987), concluíram que os dois tipos de limas removeram quantidades similares de dentina e ambas as limas transportaram os canais, sendo que, as limas de níquel-titânio foram mais seguras na redução da quantidade de transporte através das zonas de perigo.

Goldverg, Araujo (1997) verificaram o transporte ocorrido nos terços apical e médio em raízes méso-vestibulares de molares humanos com curvatura, preparados com lima tipo K de aço inoxidável, níquel-titânio e Flexogates em movimento rotatório. Os canais foram instrumentados da lima #15 a #35, através da sobreposição das imagens radiográficas o transporte foi analisado e os resultados mostraram que houve transporte para as limas tipo K sendo que os melhores preparos foram obtidos pelas limas Flexogates principalmente no terço médio, onde não ocorreram transportes.

Tucker et al. 1997, compararam a capacidade de desgaste entre as limas Flexofile em imagens anticurvaturas e as limas níquel e titânio acionadas a motor. Foram utilizadas raízes mesiais de molares inferiores com o comprimento e a curvatura padronizados. Os canais méso-linguais foram instrumentados por uma das técnicas propostas, enquanto que os canais méso-vestibulares foram empregados como controle. Foram feitas

secções nas raízes em 3 níveis: 1mm, 2,5mm e 5mm aquém do comprimento de trabalho. Por meio de imagens digitalizadas foram calculadas as porções instrumentadas por meio de cálculos percentuais do perímetro total. Foram encontrados como resultados para o grupo de instrumentação manual uma porcentagem de desgaste das paredes dentinárias no terço apical de 77,2%, no terço meio 81,2% e no terço coronário 76,9%. No grupo de níquel e titânio a porcentagem no terço apical foi de 82,7%, no terço médio 79,9% e no terço coronário 62,8%. Concluindo não houve diferença estatística entre o desgaste dentinário nos 3 níveis provocando pela instrumentação ,anual, em comparação com os instrumentos de níquel titânio.

Kuhn et al. (1997) avaliaram o efeito das limas com ponta modificada e convencionais, de aço inoxidável e níquel-titânio, em raízes mesiais de molares extraídos de humanos, com curvatura entre 23 e 25 graus. A instrumentação foi realizada manualmente usando movimentos de $\frac{1}{4}$ de volta e tração. Para o grupo 1, foram utilizadas limas Onyx-R com ponta modificada não cortante, para o grupo 2, limas de aço inoxidável Flex-R também com ponta modificada, semelhante a Onyx-R, no grupo 3, limas Mity de níquel-titânio com ponta cortante e finalmente no grupo 4 limas de aço inoxidável sem modificações na ponta que serviram como grupo controle. Os canais foram preparados até a lima #25 ou #40 no comprimento de trabalho, sem realizar o pré-curvamento dos

instrumentos, complementando com um escalonamento até a lima #60. Pela metodologia proposta por Bramante et al. (1987) e da análise estatística, verificaram que as limas de níquel-titânio independentemente do desenho da ponta, mantiveram significativamente o canal mais centrado, demonstrando também menor transporte apical do que as limas de aço inoxidável até o tamanho #25. Quando a instrumentação foi realizada até a lima #40 as diferenças não foram significantes no transporte do canal tanto na porção apical quanto na parte cervical, sendo que as limas de níquel-titânio com ponta modificada transportaram mais o canal e removeram mais dentina no terço médio que os outros desenhos. Estas deformações não implicariam em importância significativa quando da realização do tratamento em condições clínicas.

Thompson, Dummer, (1997^a), avaliaram a eficácia dos instrumentos rotatórios NT Engine e MCXim, em relação a prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram sobrepostas as imagens dos canais antes e após o preparo. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT

Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 35. Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Antes e após os preparo do canal, as imagens foram obtidas com uma câmera fotográfica. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram analisados perfurações, formações de “zip” apical, desgaste da parede anticurvatura e forma do preparo que foi medido em 7 pontos no canal radicular. Os autores concluíram que não houve formações de “zips”, perfurações ou desgaste excessivo da parede do canal correspondente a da zona de perigo, sendo os instrumentos estudados de grande valor no arsenal endodôntico.

Thompson, Dummer, (1997b), realizaram um estudo para avaliar a eficácia dos instrumentos endodônticos rotatórios de níquel e titânio Profile 0,04 série 29, em canais curvos simulados em blocos de acrílico. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal

e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 6 (diâmetro da ponta 0,360 mm). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 ml por bloco. A parte 1 deste trabalho descreveu a eficácia dos instrumentos em tempo de trabalho, distorções da parte ativa, alterações no comprimento de trabalho e análise tridimensional da forma de preparo. Foi demonstrado, pelos resultados deste estudo, que os instrumentos de níquel e titânio Profile 0,04 série 29 foram rápidos no preparo do canal, não importando o grau de curvatura. Mudanças ocorridas na parte ativa dos instrumentos foram mais freqüentes nos instrumentos de número 6 (24 instrumentos dos 52 utilizados), seguido do instrumento de número 5 (13 instrumentos dos 52 utilizados), e do número 3 e 4 (7 instrumentos dos 52 utilizados). Não se pode afirmar se esta grande ocorrência de deformações foi devido a resina usada na confecção destes canais ou se foram problemas inerentes a fragilidade dos instrumentos de níquel titânio avaliados. O comprimento de trabalho apresentou maior alteração nos canais em que as curvaturas se iniciavam a 12 mm do orifício de entrada,

sendo esta alteração insignificante na diferença estatística. Foram muito boas as conicidades dos preparos e formas finais dos mesmos

Bishop, Dummer, em 1997, compararam a capacidade de preparo das limas Flexofile e Nitiflex (Maillefer Instruments AS, Ballaigues Switzerland) em canais simulados em blocos de resina acrílica. Foram preparados 80 canais simulados e divididos em 4 grupos, que se diferenciavam quanto ao grau de curvatura, que poderia ser de 20 ou 40 graus. O início da curvatura poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada dos canais. Todos os canais tinham o mesmo comprimento (16 mm), e foram preparados por um único operador, utilizando a técnica de instrumentação biescalonada modificada, com o método da força balanceada. Com as brocas Gates Glidden de números 1-3 a porção coronária do canal foi dilatada. Para a irrigação abundante e a cada troca de instrumento foi utilizada água, num total de 50 ml por canal. O preparo do canal foi realizado em dois estágios após o alargamento até o diâmetro número 30 e subsequente até o instrumento de número 45 (ISO 0,45). Foram digitalizadas e armazenadas num computador 3 imagens, a pré operatória, a pós operatória primeiro estágio, e a pós operatória segundo estágio. Essas imagens foram analisadas por meio de um “software”. Foi mais rápido o tempo de preparo do canal com as limas Nitiflex do que com as Flexofiles. Houve maior número de fraturas e falhas com as limas Flexofiles, comparando com as Nitiflex. As limas Flexofiles

criaram mais “zips”, perfurações e degraus. Os canais preparados com as limas Flexofiles estavam significativamente mais dilatados, sob as condições deste estudo. Os autores concluíram que o preparo com as limas Nitiflex foi mais efetivo e ofereceu formas mais apropriadas do que as limas Flexofiles.

Carvalho, em 1997, para verificar a eficácia de duas limas de níquel e titânio utilizou canais méso-vestibulares e méso-linguais de 56 raízes mesiais de molares inferiores humanos. Os dentes foram incluídos em blocos de resina e seccionados no terço cervical e apical das raízes. As secções foram reposicionadas em uma matriz de gesso e o preparo dos canais radiculares foi feito com limas K Mity (JS Dental Ridgefield), Nitiflex (Maillefer) e Flexofile (Maillefer), empregando a técnica clássica. Foram feitas imagens antes e após a instrumentação, e essas imagens foram transferidas para um computador e analisadas. A avaliação foi baseada no cálculo matemático da extensão e da direção no movimento do centro do canal. A extensão do movimento do centro do canal não foi considerada estatisticamente significativa nas secções cervicais. As limas Flexofile e Nitiflex apresentaram maior deslocamento do centro do canal. Nas secções apicais, as limas Nitiflex produziram um menor valor estatístico da extensão do movimento do centro do canal. Nestas secções a direção do movimento do centro do canal não foi considerada estatisticamente significativa.

Coleman, Svec, em 1997, compararam o preparo escalonado realizado com limas de níquel e titânio e limas de aço inoxidável, em 40 canais com curvaturas de 25 graus, confeccionados em blocos de resina acrílica. Após a instrumentação, os blocos de resina foram seccionados em 3 níveis: 2 mm do ápice, no meio da curvatura e no terço coronário. As imagens antes e após o preparo foram digitalizadas e sobrepostas para que pudessem ser analisados a medida da área instrumentada, a direção do transporte feito pela instrumentação, a forma do canal e o tempo de preparo. Foi demonstrado, com os resultados deste estudo, que as limas de níquel e titânio causam significativamente menor transporte, mantendo-se centradas no terço apical. Os instrumentos de aço inoxidável removeram maior área no terço médio. Levou-se um maior tempo para preparar os canais com os instrumentos de níquel e titânio do que com os instrumentos de aço inoxidável. Os autores concluíram que os blocos de resina acrílica com canais simulados mostraram resultados semelhantes quando comparados a raízes de dentes extraídos usando-se a mesma metodologia.

Heck em 1997 estudou radiograficamente a deformação do canal radicular no terço apical após a instrumentação manual convencional realizadas com as limas de aço inoxidável Flexofile (Maillefer), Flex-R (Moyco Union Broach) e limas de níquel e titânio Onyx-R (Moyco Union Broach) e instrumentos Profile serie 29 conicidade .04 (Tulsa). Foram

instrumentadas 40 raízes méso vestibulares de molares humanos extraídos. As imagens radiográficas pré e pós-operatórias foram analisadas com um aumento de 20 vezes e o desvio apical medido com uma régua milimetrada. Com os resultados foi mostrada a ocorrência de desvio apical em todos os grupos; as limas Ônix-R apresentaram a menor frequência de desvio, seguidas do sistema Profile, Limas Flex-R e Flexofile. Não houve correlação entre o grau de curvatura dos canais e a presença de desvio no terço apical.

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 10 mm por desgaste da estrutura coronária. As raízes foram montadas numa mufla preenchida com resina e após a polimerização cortadas a 1, 3 e 5 mm 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.

Bryant et al., em 1998, utilizaram 40 blocos de resina acrílica, contendo canais curvos simulados, para estudar a eficácia dos instrumentos endodônticos rotatórios de níquel e titânio Profile 0,04 (Maillefer Instruments SA). As características dos canais artificiais eram as seguintes: o início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal, e o grau da mesma que poderia ser de 20 ou 40 graus; todos tinham um comprimento de 16 mm. Os canais simulados foram preparados por um único operador. Foi utilizado, para isso, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA) e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m., seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 35 (ISO 0,35). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 ml por bloco. Foi verificada, neste estudo, a eficácia dos instrumentos endodônticos de níquel e titânio quanto ao tempo de trabalho, distorções da parte ativa, alterações no comprimento de trabalho e aspecto tridimensional da forma do preparo. Os resultados

mostraram que os instrumentos de níquel e titânio Profile 0,04 foram rápidos no preparo do canal, levando em média 5,2 minutos, não importando a forma do canal. Ocorreram fraturas e deformações na parte ativa de 6 instrumentos, sendo mais freqüente no de número 35. Foi mínima a mudança no comprimento de trabalho. Os preparos apresentaram uma conicidade e formas finais muito boas.

Bryant et al., em 1998, estudaram a eficácia dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio acionados a motor Profile 0,04 (Maillefer Instruments SA), em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 35. Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 ml por bloco. Antes e após

o preparo do canal, as imagens dos mesmos foram obtidas com uma câmera de vídeo. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram analisadas formações de “zip” apical, perfurações, transporte do centro axial, que foi medido em oito pontos no canal radicular. Os resultados mostraram que houve formações de “zip” em 24% dos casos, sendo que os desvios foram muito pequenos (menores 0,1mm); em 3% houve formação de degrau. Não houve perfurações ou desgaste excessivo da parede do canal correspondente a da zona de perigo. A performance dos instrumentos estudados foi semelhante a do Profile série 29, exceto, pelo maior número de “zips” e menor quantidade de degraus criados.

Hinrichs et al. (1998) utilizaram dentes unirradiculares humanos que foram instrumentados usando Lightspeed, Profile 0.4, McXim e Flex-R, para verificar a extrusão apical. Observaram que não houve diferenças significativas entre os grupos na quantidade de debris extruídos. Fatores como o comprimento do canal, curvatura e diâmetro do forame, não afetaram a quantidade de debris extruídos.

Reddy, Hicks. (1998) investigaram a quantidade de extrusão de debris "in vitro" usando duas técnicas de instrumentação, manual e rotatória, em dentes pre-molares extraídos de humanos com mínima

curvatura e canal único. No grupo I, os dentes foram preparados usando limas tipo K e movimento de limagem completado com escalonamento; no grupo II, forças balanceadas e limas Flex-R; no grupo III, instrumentos Lightspeed acionados a motor por rotação e no grupo IV, instrumentos Profile 0.4 série 29 também acionados a motor. Os debris foram coletados e analisados. Concluíram que todas as técnicas produziram extrusão apical de debris, sendo que os preparos com limagem extruíram significativamente mais que os outros métodos. A diminuição de debris apical tem grande implicação na diminuição da incidência de dor e inflamação pós-operatória.

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”.

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.

Kosa et al. (1999) utilizaram 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.

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.

Carvalho, em 2000, avaliou as limas de níquel e titânio manuais Nitiflex (Dentsply/Maillefer), rotatórias Quantec Lx (Tycom) e Pow-R (Moyco Union Broach) quanto ao preparo dos canais radiculares e quanto ao desgaste sofrido após dez vezes de uso. Para avaliação do desgaste, cada grupo contendo 20 limas de numerações variadas foi fotografado, de forma padronizada, em microscópio eletrônico de varredura, antes e após a instrumentação dez canais radiculares. As fotomicrografias foram comparadas e analisadas. Para a avaliação do preparo dos canais radiculares, trinta molares inferiores humanos foram selecionados,

incluídos em blocos de resina e seccionados no terço apical das raízes. Os três grupos experimentais foram compostos por 20 canais mesio-vestibulares e mesio-linguais, instrumentados alternadamente até a lima número 30, com as secções dos dentes reposicionadas em uma matriz de gesso. As secções das raízes foram filmadas antes e após a instrumentação de forma padronizada e as imagens transferidas para o computador que procedeu as análises comparativas. A avaliação baseou-se na extensão do transporte do centro axial do canal radicular, na área desgastada e no tempo de instrumentação. Quanto ao desgaste sofrido pelas limas, as limas Nitiflex e as Pow-R apresentaram alterações estatisticamente significantes após dez vezes de uso. As alterações morfológicas das limas Quantec não foram estatisticamente significantes ante os três grupos quanto a extensão e a área de desgaste.

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.

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 1,25 mm, 3,25 mm e 5,25 mm 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.

Park (2001) comparou os instrumentos rotatórios de níquel-titânio GT e Profile com limas manuais de aço inoxidável no preparo de canais

radiculares curvos. O autor utilizou um total de 36 canais curvos simulados em blocos de resina. Imagens pré e pós-operatórias foram feitas e comparadas. O teste de análise de variância foi usado para medir estatisticamente o resultado obtido. O autor concluiu que os canais preparados pelo sistema Profile, com aumento de 6% no taper no comprimento de trabalho, mostraram resultados excelentes tanto na modelagem como na manutenção da forma do canal. Os canais preparados com o GT também se mostraram excelentes na modelagem e manutenção da curvatura. Todavia, esses canais apresentaram um ligeiro alargamento em direção ao lado interno no início da curvatura. Os canais preparados com as limas manuais de aço evidenciaram uma modelagem sem uniformidade e severa mudança na posição original da curvatura.

Bergmans et al., em 2002 compararam o desgaste, as modificações da curvatura e o transporte apical durante a preparação endodôntica, utilizando sistemas rotatórios. Foram utilizados 70 cubos acrílicos adquiridos na casa comercial Maillefer® os quais se dividiram aleatoriamente em dois grupos, trabalhando no primeiro grupo com o sistema de limas rotatórias ProTaper® e no segundo grupo com o sistema de limas rotatórias K3®. A instrumentação foi realizada mediante a técnica Crown Down, e com o motor Tecnika®. Em todos os cubos foram feitas tomadas fotográficas digitais iniciais e outra logo após o preparo, em um estereoscópio a 2.5 aumentos. As fotos foram submetidas a abalizador de imagens (IMAGETOOL®). Para determinar o desgaste

tomaram-se três medidas transversais a nível do terço cervical, médio e apical do canal. O ângulo da curvatura se determinou com a técnica de Schneider. Para determinar o transporte do canal, tomaram-se três medidas no bordo mesial do canal e no bordo externo do cubo ao nível do terço cervical, médio e apical, e três medidas com respeito ao bordo distal do canal e o bordo inferior do cubo a nível do terço cervical, médio e apical. Ao compará-lo Produziu-se uma maior modificação ($p=0.044$), não se encontrou diferenças significativas no transporte do canal.

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 1 mm 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.

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 12 mm de extensão da parte reta independentemente do ângulo de curvatura; em direção à parte externa da curvatura, nos canais com 8 mm 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.

Schafer et al. 2002, investigaram curvaturas de canais de 700 dentes humanos permanentes foram determinadas medindo-se o ângulo e o raio das curvaturas e o comprimento das partes curvas do canal. Para cada tipo de dente (excepto os 3os molares), 50 foram seleccionados ao acaso e foram investigados. Cones de prata tamanho 8 foram inseridos nos canais, e os dentes foram radiografados no sentido vestibuli-lingual e méso-distal usando técnica padronizada, todas radiografias foram analisadas por um sistema de processamento de imagem digital computadorizado. Dos 1163 canais radiculares examinados 980 (84%) eram curvos e 65% mostrou um ângulo ≤ 27 graus e 35 graus com raios maiores do que 15 mm, e 9% de todos os canais que foram investigados tinham curvas > 35 graus com os maiores raios de 13 mm. O maior ângulo de todos os canais foi 75 graus com um raio de 2mm. Para definir matematicamente e sem ambigüidade a curvatura do canal, o ângulo, o raio e o comprimento da curva deveriam ser dados.

Schafer et al., em 2003, compararam a eficácia de corte dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio K3 com os instrumentos de aço

inoxidável Flexofile. Canais simulados com 28 e 35 graus de curvatura foram confeccionados de imagem e alargamento (foram utilizados 24 canais em cada caso). Todos os canais foram preparados com batente apical número 35, e as imagens pré e pós-operatórias foram gravadas e analisadas por programa de computador. Os resultados demonstraram melhor geometria do canal e melhor transporte da forma original, quanto este foi instrumentado com 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 1 mm 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.

Limongi et al. (2004) avaliaram, in vitro, a ocorrência de desvio apical no sentido proximal de canais radiculares preparados com dois diferentes sistemas de rotação alternada: Endo-Gripper (Moyco-Union Broach) e M4 (Kerr Corporation), utilizando limas de aço inox e acionados por motor elétrico não tendo diferença estatística nos resultados.

Calberson et al. em 2004, avaliaram a modelagem de canais radiculares instrumentados com o sistema Protaper. Foram utilizados 40 canais radiculares simulados em blocos de resina, com diâmetro anatômico #20 e 16 milímetros de comprimento de trabalho. Os blocos foram divididos em quatro grupos numericamente equivalentes. Os grupos I e II apresentavam 20 graus de ângulo de curvatura e os grupos III e IV apresentavam 40 graus. Os canais simulados possuíam 12 milímetros de

segmento reto nos grupos I e III e oito milímetros nos grupos II e IV. Imagens dos canais antes e após o preparo foram obtidas com auxílio de uma câmera fotográfica digital conectada a um computador. Para padronização das imagens, foi construída uma plataforma sobre a qual ficaram fixadas a câmera e os blocos acrílicos. As imagens foram importadas para o programa Adobe Photoshop 6.0 e arquivadas. Com auxílio de um software, foram demarcados cinco pontos ao longo dos canais radiculares e, por sobreposição de imagens, executadas as mensurações da quantidade de material removido nestes diferentes níveis, verificando também o possível transporte do eixo central dos canais radiculares. Os autores notaram que, de forma geral, mais resina foi removida da face interna da curvatura no segmento reto dos canais radiculares e que, além da curvatura, mais resina foi movida na fase externa. Sobre tudo nos grupos I e III houve transporte da porção terminal do canal radicular em direção a face externa, mostrando, na maioria dos casos, uma área não preparada apicalmente na porção interna da curvatura. Os autores afirmaram que o emprego de instrumentos F2 e F3 promoveu a retificação dos canais radiculares, pois o aumento da massa metálica determina menor flexibilidade a eles.

Veltri et al., em 2004, compararam a modelagem de canais radiculares curvos empregando dois sistemas rotatórios. Utilizaram 20 raízes mesiais de molares inferiores que após serem submetidos a

abertura coronária e odontometria, foram divididos em dois grupos numericamente iguais. O grupo I foi instrumentado com o sistema Protaper, tendo como instrumento apical de maior diâmetro o F3. O grupo II foi instrumentado com o sistema Great Taper, com instrumento apical de maior diâmetro #30/0,4. Os autores verificaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos quanto a quantidade de dentina removida.

Heck em 2005, avaliou, 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.

Paque et al. em 2005 avaliaram a ação relativa dos instrumentos de aço inoxidável da Tecnologia Endodôntica Anatômica Endo-Eze (AET) ao preparar canais radiculares de molares maxilares in vitro, escanearam molares maxilares humanos extraídos, antes e depois da preparação do canal radicular com Endo-Eze AET, utilizando tomografia micro-computadorizada (ICT) em uma resolução isotrópica de 34 μ m. Os modelos tridimensionais dos canais radiculares foram reconstruídos e avaliados para volume, área de superfície, 'largura' (diâmetro), transporte do canal e superfície preparada. Os erros do preparo tais como zips apicais, perfurações em instrumentos faturados foram visualmente determinados a partir daqueles modelos. Os meios foram contrastados usando as provas de anova e Scheffe' post-hoc. Resultados Volume e a área de superfície acrescentaram significativamente e de forma similar nos canais mesiobucais (mb.), distobucais (db.) e palatinos (p.) e se encontraram erros de um preparo não adequado (n ¼ 17). Os diâmetros meios dos canais radiculares, 5 mm. coronal al ápex, acrescentaram de

0.31 a 0.52, 0.35 a 0.50 e 0.50 a 0.70 mm. para os canais mb., db. y p., respectivamente , Os autores concluiriam que os instrumentos Endo-Eze AET conformaram os canais radiculares nos molares maxilares com substancial transporte do canal, particularmente nos canais radiculares mesiobucais. O preparo com este instrumento removeu altos volumes de dentina quando o preparo apical foi do tamanho 30. Baseado nos resultados atuais, Endo-Eze AET não pode ser recomendado para a preparação de dentes com canais radiculares curvos.

Uyanik et al., em 2006, avaliaram diversos parâmetros no preparo de canais radiculares realizado com três sistemas rotatórios. Foram empregadas 30 raízes mesiais de molares inferiores com dois canais completamente separados em cada uma delas, tendo ângulo de curvatura variando entre 20 graus e 30 graus. Obtiveram-se imagens antes e após o preparo com auxílio de tomografia computadorizada, tendo 14 planos de análise para cada canal, igualmente distribuídos entre a região de furca e a distância de um milímetro do ápice radicular. As raízes foram divididas em três grupos segundo o sistema rotatório empregado para instrumentação, Hero Shaper, Protaper ou Race. Os autores verificaram que o sistema Protaper removeu significativamente mais dentina em relação a o sistema Hero Shaper. Entretanto, não houve diferença entre Hero Shaper e Race e entre Protaper e Race. Da mesma forma, não houve diferença entre os sistemas, em qualquer um dos

planos estudados, quanto a o aumento de área da secção transversal dos canais radiculares. De forma semelhante, não houve diferença significativa quanto ao transporte do eixo central dos canais radiculares entre os sistemas testados nos níveis apical e médio. Apenas ao nível cervical o sistema Race apresentou maior transporte em relação aos demais, provavelmente, segundo os autores, em virtude dos instrumentos Pré-Race, indicados pra o preparo cervical, serem confeccionados em liga metálica de aço inox. Os autores concluiriam que embora todos os sistemas testados tenham mostrado preparos aceitáveis, as técnicas recomendadas pelos fabricantes nem sempre se constituíram na melhor opção para todos os padrões anatômicos.

West (2006), produziu primeira solução simples para dentistas na busca de um sistema versátil e simples que resolva os problemas endodôntico mais difíceis de acesso a obturação. A chave para realizar uma endodontia de alta qualidade e produzir o mais e o melhor enquanto se faz o mínimo. Nós fazemos isto como alavanca segurança na fratura e características simples combinadas com ótima eficiência são o coração do Protaper Universal. O resultado intencional da net destas tecnologias endodôntica mais novas e que o clinico pode previsivelmente e consistentemente produzir resultados excepcionais no paciente.

Wei et al. (2007) investigaram o modo de fratura de instrumentos rotatórios Protaper após uso clínico e compararam a o estereomicroscópio com o microscópio eletrônico de varredura (SEM) para determinar qual e o melhor método para estabelecer o modo de falha do material. Nosso estudo demonstrou que examinando a superfície fraturada com grande poder de amplitude pelo SEM e o melhor método para revelar o modo da separação do instrumento rotatório NiTi.

Ding-Ming et al. (2007), analisaram as mudanças progressivas no formato do canal após o uso de diferentes instrumentos manuais em canais de formato de S simulado. 40 canais simulados com curvaturas duplas, 30 graus na parte coronal e 20 graus na parte apical, foram divididos ao acaso, em 4 grupos e preparados com limas k de aço inoxidável, o sistema protaper manual (PHU), limas K NiTi e a combinação PHU e as limas K NiTi, respectivamente, manuais. Todos os canais foram escaneados pré e pós-operatoriamente, cada imagem pós-instrumentação foi sobreposta com a pré-operatória em um computador. A Quantidade de material removido após cada instrumento foi medida em 14 pontos. Análise estatística foi feita usando um teste de análise de variância (ANOVA) em $\alpha=0.05$. Todos os 4 instrumentos endireitaram a forma S dos canais excepto a combinação de PHU (S1, Sx e S2) e limas K Niti, que criam um formato cônico contínuo. Houve a diferença significativamente na quantidade de material removido entre S2 e F1 do

sistema PHU ($p < 0.05$) e as limas de acabamento do PHU caíram o mesmo transporte que os instrumentos de aço inoxidável com o mesmo tamanho de ponta ($p > 0.05$).

Javaheri, Javaheri (2007) compararam o transporte apical e mudanças na curvatura do canal de 3 instrumentos rotatórios de NiTi Hero 642, Race e Protaper. Canis mesio-bucais de 60 primeiros molares maxilares com ângulos de curvatura entre 25 e 35 graus, foram preparados com controle de torque e motor em baixa velocidade. Os canais foram preparados usando a técnica crown-down no tamanho de #30. Usando uma plataforma radiográfica, radiografias pré e pós-instrumentação reproduzíveis foram tiradas. Uma análise de computador permitiu uma ampliação e superposição das imagens. Os eixos centrais dos instrumentos iniciais e finais foram radiograficamente superpostos para medir o transporte em 1mm do WL. Os dados foram analisados usando medidas repetidas ANOVA. Uma diferença estatisticamente significativa no transporte apical foi encontrada no grupo Protaper. Os resultados sugerem que o sistema de limas Protaper seja implementado em combinação com outros sistemas de menor comicidade e maior flexibilidade, como Race, no preparo de canais curvos.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo propõe avaliar microscopicamente a eficiência do preparo radicular apical em canais curvos, analisando o aumento da área, o perímetro e o deslocamento em relação ao canal original, com a utilização dos instrumentos do Sistema Protaper Universal (Dentsply - Maillefer – USA) através da instrumentação manual rotatória, mecanizada rotatória ou oscilatória.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Preparo das amostras

Foram utilizados 39 canais separados de raízes mesiais de molares inferiores recém-extraídos, previamente selecionados em função do diâmetro inicial do forame apical e do grau de curvatura que, de acordo com Schneider (1971), foi padronizado entre 30 e 40 graus e raio de entre 8 e 10 mm (Schafer et al., 2002).

Inicialmente, foram realizadas tomadas radiográficas (Figura 1), no sentido méso-distal e vestibulo-lingual (Figuras 2 e 3), com o objetivo de confirmar a presença de canais separados, verificar sua forma anatômica e grau de curvatura. Para se certificar da viabilidade do canal radicular depois da abertura câmeral foi realizado o cateterismo com o auxílio de uma lima tipo K número 15 (Figura 4).



FIGURA 1- Raios x, mesio-distal e vestibulo-lingual.



FIGURA 2 - Molares inferiores posicionados vestibulo-lingual.



**FIGURA 3- Molares inferiores
Posicionados mesio-distal.**



FIGURA 4- Cateterismo.

As amostras foram preparadas conforme já descrito por Carvalho (2000). Após o corte das coroas no aparelho Isomet 1000 (Muelher) (Figura 5 e 6) as raízes foram incluídas em resina poliéster cristal incolor (Resina *Polilvte* T-208), a partir de uma matriz de forma cônica pré-confeccionada em silicone, tendo o lado expulsivo direcionado para cervical (Figura 7). Após a total polimerização, o bloco de resina apresentou a forma interna da matriz de silicone, com sulcos guias verticais na porção externa.



**FIGURA 5- Aparelho Isomet
1000 (Muelher).**



**Figura 6- Molar inferior
seccionada a coroa.**

Em seguida, a raiz já incluída no bloco de resina foi seccionada de forma a se obter de cada bloco, duas porções: porção coronária e apical

(Figura 8). Com o auxílio de um disco diamantado de 0,5 mm de espessura (Buelher – Diamond Wafering Blade – USA), o corte foi realizado sobre uma linha previamente desenhada a dois milímetros do ápice, a fim de visualizarmos apicalmente, a porção coronária do canal radicular (Figura 7).

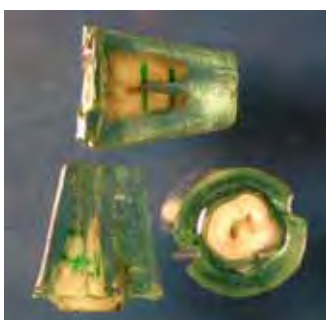


FIGURA 7- Blocos de resina prontos para o corte apical



FIGURA 8- Blocos cortados 2mm apical da raiz.

MATRIZ DE GESSO

Foi confeccionada uma matriz de gesso em um recipiente de borracha antideslizante, para adaptar de forma precisa, os cortes do bloco de resina, possibilitando a instrumentação dos canais radiculares. Sendo assim, a matriz de gesso consiste em uma cópia fiel à matriz de silicone (Figuras 9 e 10).



FIGURA 9- Matriz de gesso.



FIGURA 10- Matriz de gesso.

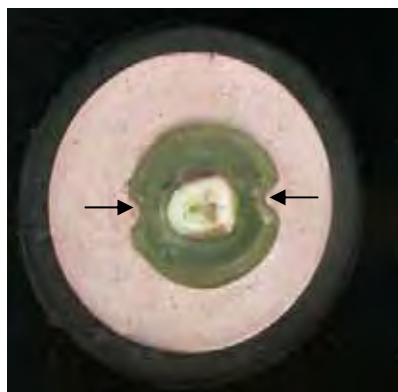


FIGURA 11- Sulcos guia da matriz de gesso.

Duas saliências verticais internas na matriz de gesso se adaptaram perfeitamente aos sulcos guia dos blocos de resina contendo a porção coronária da raiz (Figura 11). Um parafuso na base do recipiente da matriz de gesso permitiu a remoção e troca das amostras (blocos de resina) durante toda essa fase do experimento (Figura 10).

4.2 Aquisição das imagens antes da instrumentação

A obtenção das imagens foi realizada com o auxílio de um microscópio com câmera digital acoplada (OLIMPUS MIC-D) (Figura 12).

Cada amostra foi posicionada sobre uma plataforma contendo uma lamínula redonda milimetrada (*estandar prazicion aust gena*) (Figura 13) e, a imagem apical da porção coronária da raiz foi capturada. As imagens foram arquivadas em formato JPG com uma resolução de 640 por 480 (Figura 14).



FIGURA 12- Microscópio digital Olympus MIC-D.



FIGURA 13 Lamínula milimetrada e fita crepe fixadora



FIGURA 14 - Imagens arquivadas em formato JPG.

Para que as imagens fossem obtidas de maneira padronizada, além de uma lamínula redonda milimetrada ter sido fixada, com fita crepe, na platina do microscópio, o mesmo foi mantido sempre na mesma posição e, as amostras foram posicionadas em um dispositivo plástico.

O dispositivo plástico é uma caixa redonda que possui 3,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura e, é constituída de duas partes: uma tampa e um corpo (Figura 15).



FIGURA 15- Dispositivo plástico fixado no microscópio.

Na tampa, foi confeccionada uma perfuração com as mesmas medidas da lamínula para que pudesse ser exatamente posicionada sobre a mesma e fixada com super bonder sobre a fita crepe (Figura 15).

Esta tampa possui duas saliências metálicas que se encaixam, sem desvio, em ranhuras correspondentes presentes na outra parte da caixa (corpo) (Figura 16).

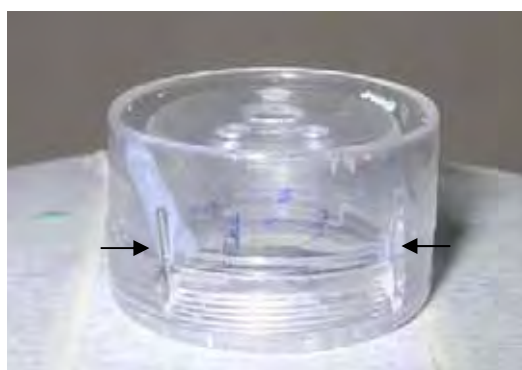


FIGURA 16- Saliências metálicas para reposição.

Foi confeccionada uma matriz de silicona para cada uma das amostras, para que fosse possível realizar as fotografias pré e pós-

instrumentação, exatamente do mesmo ângulo, permitindo dessa forma a posterior análise e comparação.

Para isso, cada uma das amostras foi posicionada sobre a lamínula, uma a uma, separadamente, e moldada com silicona de impressão (Silicona por Condensação Zeta Plus Zhermack). A silicona de impressão foi inserida no corpo da caixa e levada em posição, guiada pelo encaixe das duas saliências nas ranhuras, contidas respectivamente na tampa e no corpo da caixa, moldando a amostra (Figura 17).



FIGURA 17- Amostra moldada com silicona.

Na base do corpo da caixa encontram-se 4 orifícios que servem como área de escape da silicona de impressão, onde após a presa da mesma foi retirado o excesso extravasado. Assim, ao remover o conjunto, (silicona contendo a amostra) obteve-se, em positivo, quatro saliências.

Essas saliências serviram como guia de reposicionamento das matrizes de silicona no corpo da caixa, permitindo que estas estivessem

na mesma posição tanto para a fotografia pré quanto para a fotografia pós-instrumentação (Figura18).

Além disso, foi possível a confecção de diversas matrizes de silicona, uma para cada amostra, utilizando apenas um único corpo (Figura 17).



FIGURA 18 - Saliências como guia de reposicionamento das matrizes.

Para maior delimitação do contorno das porções que foram fotografadas, as amostras foram imersas em ácido pícrico. Assim, as fotografias puderam proporcionar maior nitidez da demarcação do perímetro e, conseqüentemente, de mensuração da área e possível deslocamento do centro axial do canal radicular.

A superfície inferior da porção coronária da raiz foi demarcada com três perfurações eqüidistantes, com uma agulha curta de modo a ser obtido o tripoidismo (Figura 19). Este procedimento permitiu a calibragem e a marcação das coordenadas das imagens no programa de mensuração que foi utilizado.

As imagens obtidas foram transferidas para o programa *AutoCad* 2006 para mensuração da atuação dos instrumentos nas amostras (Figuras 19,20,21,22).

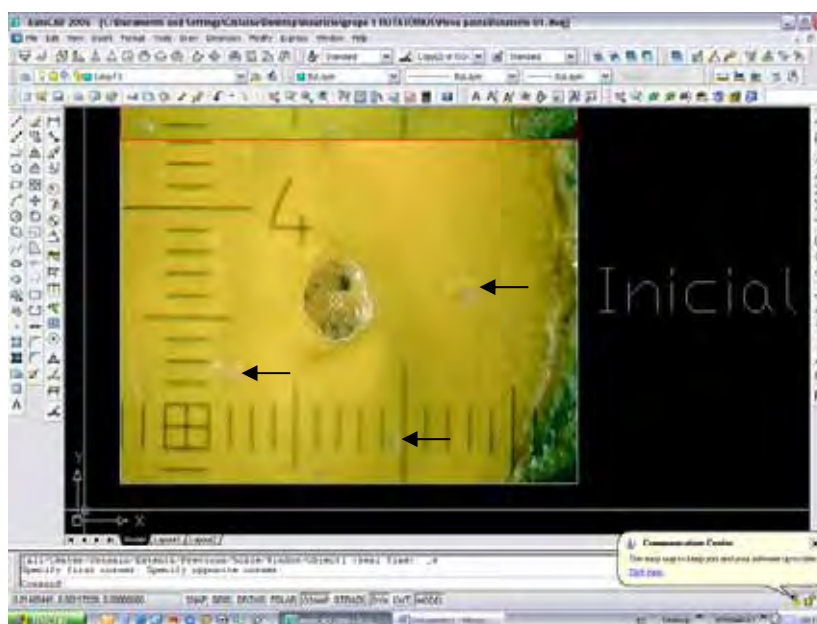


FIGURA 19- Fotografia padronizada perfurações eqüidistantes e com demarcação do centro do canal, área e perímetro iniciais.

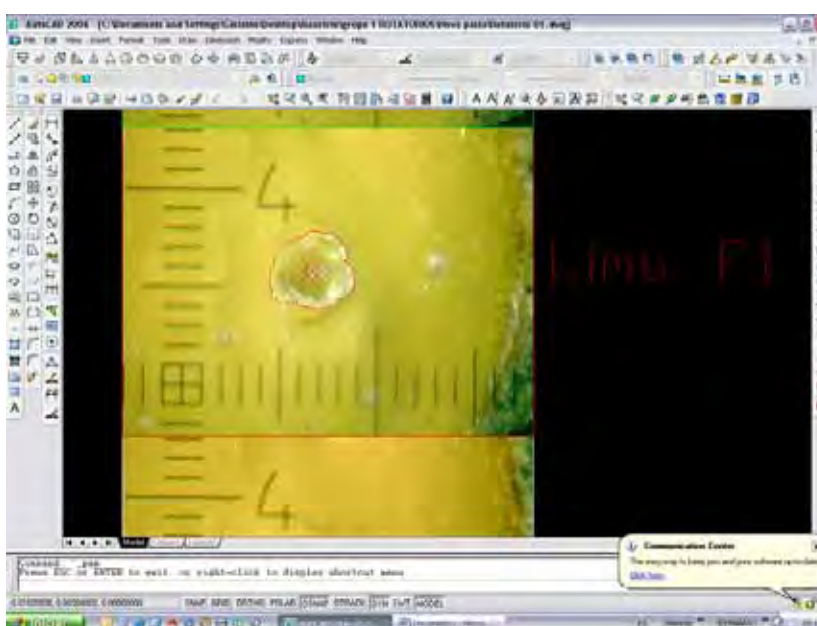


FIGURA 20- Fotografia padronizada e com demarcação do centro do canal, área e perímetro com o preparo do instrumento F1.

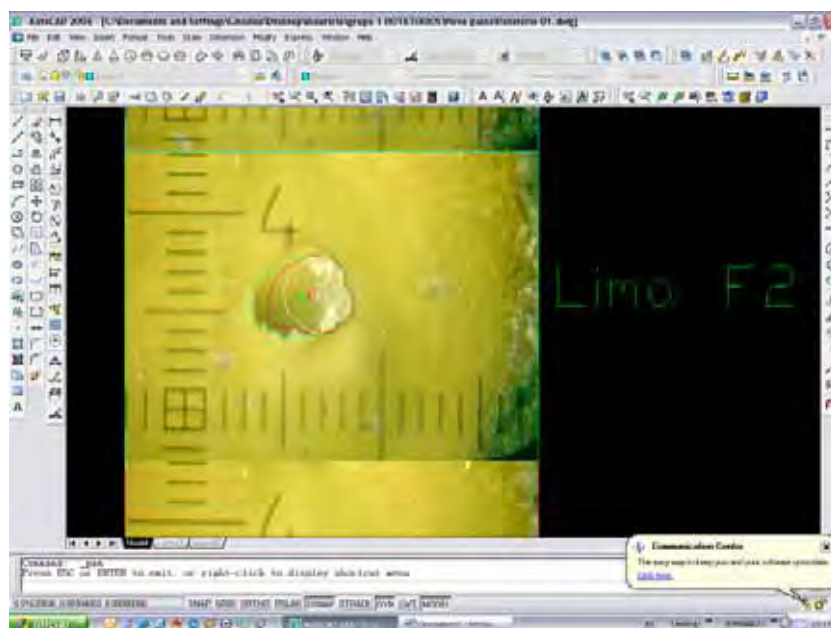


FIGURA 21- Fotografia padronizada e com demarcação do centro do canal, área e perímetro com o preparo do instrumento F2.

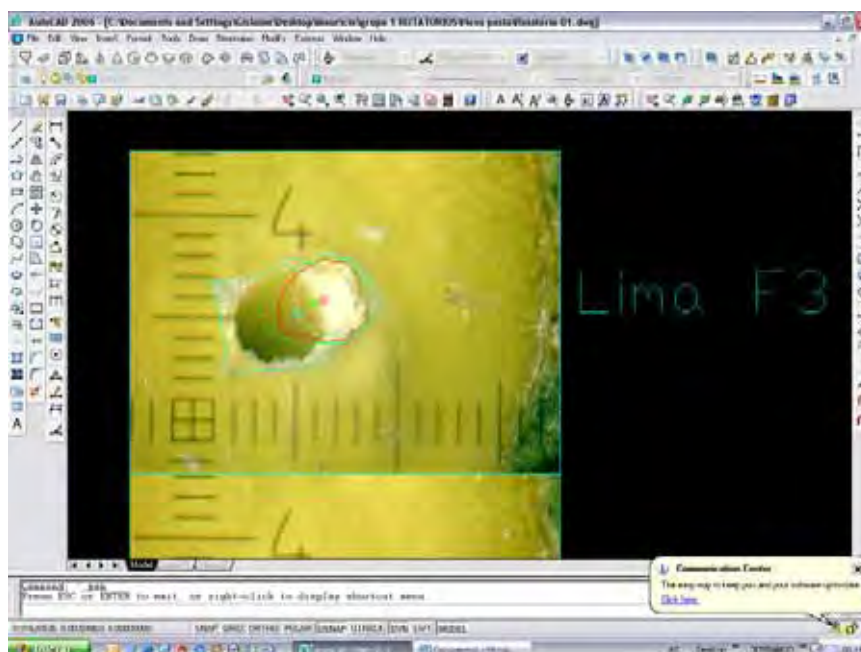


FIGURA 22 - Fotografia padronizada e com demarcação do centro do canal, área e perímetro com o preparo do instrumento F3.

4.3 Grupos experimentais

De acordo com a técnica de instrumentação utilizada, as amostras foram preparadas no seu terço apical de acordo com o Quadro 1:

Quadro 1 – Distribuição das amostras em função dos instrumentos e da técnica de instrumentação utilizada no terço apical

INSTRUMENTO	TECNICA DE INSTRUMENTAÇÃO	VELOCIDADE DO MOTOR	# DE CANAIS
PROTAPER	ROTATÓRIA	300 RPM	13
PROTAPER	MANUAL	-----	13
PROTAPER	OSCILATÓRIA	6000 RPM	13

SEQÜÊNCIA LABORATORIAL

Procedimentos prévios comuns a todos os grupos experimentais:

- Fotografia digital inicial;
- Cateterismo do canal radicular transpassando 0,5 mm da secção da raiz com a lima tipo K 15 e Odontometria;
- Colocação da porção coronária da raiz na matriz de gesso;
- Irrigação abundante com água destilada;
- Instrumentação manual com lima tipo K 15.

Todos os canais radiculares foram instrumentados sob irrigação abundante e constante com água destilada, com o auxílio de uma seringa

tipo *Luer* com agulha *gauge* 30. Foram utilizados 20 ml de solução, a cada troca de instrumento.

Cada instrumento foi utilizado cinco vezes, sendo descartado logo a seguir.

ROTATORIO : Instrumentação com instrumentos de níquel-titânio do Sistema Protaper Universal (Dentsply - Maillefer – USA): Sx, S1, S2, F1, F2 e F3 e, limas tipo K 15 aço inoxidável (Dentsply - Maillefer –USA).



FIGURA 23- Instrumentos Protaper Universal.

A seqüência dos instrumentos utilizada foi S1 e Sx acionados com um motor elétrico (Micro Motor Brasil), ajustado a uma velocidade de 300rpm e torque aplicado no nível apical no modo AS (Automatic Stop) em 2 N/cm. Ao motor (Micro Motor Brasil), foi acoplado um contra ângulo redutor , de redução Tycom USA 18:1.

Movimento

O movimento realizado foi de introdução e retirada de encontro às paredes do canal, denominado “pincelamento”. Os instrumentos de níquel-titânio, ao alcançarem o comprimento de trabalho, permaneceram acionados no interior do canal radicular pelo período máximo de 5 segundos.

Seqüência

- a) Estabeleceu-se um acesso direto e franco;
- b) Explorou-se o canal com a lima tipo K 15;
- c) Utilizou-se o instrumento S1 na parte reta do canal (anticurvatura cervical);
- d) Utilizou-se o instrumento Sx na parte reta do canal (anticurvatura cervical);
- e) Mediu-se e confirmou-se o comprimento de trabalho com a lima tipo K 15;
- f) Utilizou-se S1, S2, F1, F2 e F3 até o comprimento de trabalho (Figura 23).

MANUAL : Instrumentação manual com instrumentos de níquel-titânio do Sistema Protaper Universal (Dentsply – Maillefer –USA): Sx, S1, S2, F1, F2 e F3 e, limas tipo K 15 aço inoxidável (Dentsply – Maillefer –USA).



FIGURA 24- Instrumentos Protaper Universal Manual.

Movimento

O instrumento foi introduzido gentilmente através da cinemática de cateterismo (sentido horário e anti-horário) até que fosse encontrada certa resistência, momento no qual realizou-se discreta rotação de 45-90 graus, no sentido anti-horário. Em seguida, novamente, foi empregado o movimento de rotação 360° no sentido horário, concomitantemente, com a remoção do instrumento do interior do canal, cortando dessa forma, a dentina.

Assim, os movimentos manuais foram realizados até que o comprimento desejado fosse alcançado; permanecendo no máximo 05 segundos, no interior do canal radicular.

Seqüência

- a) Estabeleceu-se um acesso direto e franco;

- b) Explorou-se o canal com a lima tipo K 15;
- c) Utilizou-se o instrumento S1 na parte reta do canal (anticurvatura cervical);
- d) Utilizou-se o instrumento Sx na parte reta do canal (anticurvatura cervical);
- e) Mediu-se e confirmou-se o comprimento de trabalho com a lima tipo K 15;
- f) Utilizou-se S1, S2, F1, F2 e F3 até o comprimento de trabalho (Figura 24).

OSCILATORIO : Instrumentação oscilatória com instrumentos de níquel-titânio do Sistema Protaper Universal (Dentsply - Maillefer –USA): Sx, S1, S2, F1, F2 e F3 e, limas tipo K 15 de aço inoxidável (Dentsply- Maillefer –USA).

Movimento

O movimento empregado ao instrumento foi o oscilatório (90 graus) e o de pincelamento (remoção de encontro às paredes do canal radicular) acionado com contra-ângulo redutor 14:1 (E4R N°32862 – Cabeça TL-Y – NSK – Japão) acoplado ao motor elétrico a velocidade de rotação de 6000 rpm e torque no modo AS (Automatic Stop) de 2 N/cm.

Os instrumentos de níquel-titânio, ao alcançarem o comprimento de trabalho, permaneceram acionados no interior do canal radicular pelo período máximo de 05 segundos.

Seqüência

- a) Estabeleceu-se um acesso direto e franco;
- b) Explo
- c) rou-se o canal com a lima tipo K 15;
- d) Utilizou-se o instrumento S1 na parte reta do canal (anticurvatura cervical);
- e) Utilizou-se o instrumento Sx na parte reta do canal (anticurvatura cervical);
- f) Mediu-se e confirmou-se o comprimento de trabalho com a lima tipo K 15;
- g) Utilizou-se S1, S2, F1, F2 e F3 até o comprimento de trabalho (Figura 23).

4.4 Aquisição das imagens após a instrumentação

Ao término do preparo dos canais radiculares foram realizadas as fotografias após a utilização de cada um dos instrumentos (F1, F2 e F3), obedecendo-se aos mesmos critérios de padronização estabelecidos para a aquisição das imagens iniciais (antes da instrumentação).

As imagens obtidas foram analisadas no programa AutoCad que possibilitou a mensuração da área, perímetro e o deslocamento do eixo do canal natural.

4.5 Análise das imagens

Para avaliação da atuação das diferentes cinemáticas nos grupos experimentais, a área, o perímetro e a extensão do transporte do eixo do canal radicular após a instrumentação, foram mensurados e comparados aos valores iniciais do canal natural.

As imagens dos canais radiculares, antes e após a instrumentação, foram traçadas, permitindo desta forma, que o programa executasse as mensurações das áreas de forma precisa.

A extensão do transporte do eixo do canal radicular foi calculada, utilizando-se em parte a metodologia aplicada por Porto Carvalho (1999) e Samyn et al. (1996). As imagens iniciais e após a instrumentação foram sobrepostas e, os centros dos canais marcados, calculando a distância entre os mesmos. Já a extensão do deslocamento do eixo do canal foi determinada através da distância entre o centro das imagens pré e pós-instrumentação nas coordenadas X e Y, de acordo com Samyn et al. (1996).

A avaliação foi realizada através do programa AutoCAD no qual marcou-se o centro geométrico matemático onde foi possível realizar a mensuração com o software.

Metodologia estatística

A avaliação dos efeitos da aplicação de diferentes cinemáticas e limas sobre a área, o perímetro e o deslocamento do centro do canal foi realizada pela análise de variância de medidas repetidas. Quando necessário, a análise foi complementada pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de significância.

Foram determinados também intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais. Esses intervalos fornecem a precisão sobre a média determinada e são úteis para quantificar a significância apontada pelos testes de hipóteses.

5 RESULTADO

1) Avaliação da área

A avaliação do efeito do tipo de cinemática: rotatório, manual ou oscilatório, sobre a área do canal após a utilização sucessiva de três limas de acabamento foi efetuado pela análise da variação da área após a utilização da lima em relação à inicial (quociente entre a área após o acabamento com cada lima e a área inicial). A análise de variância de medidas repetidas foi aplicada para essa avaliação (Tabela A1 do Apêndice 1) e somente indicou evidência de que, em média, a área aumenta sucessivamente após o acabamento. Não há evidência de que as cinemáticas tenham atuação diferenciada sobre a área do canal.

Na Tabela 1 são dadas as estatísticas descritivas: média e desvio padrão da variação de área. Observa-se que, em média, no final após o acabamento com a lima 3, o aumento da área é de cerca de 3 vezes a inicial, para qualquer uma das cinemáticas.

Na Figura 25 estão representadas graficamente as médias amostrais e os respectivos intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais de variação de área. Esses intervalos têm amplitude razoavelmente grande devido aos valores altos dos desvios padrão.

Tabela 1 - Médias e desvios padrão de variação de área após a utilização de cada lima em relação ao inicial de acordo com a cinemática adotada.

Cinemática	Estatística	Lima 1	Lima 2	Lima 3
Rotatório	Média	1,61	2,20	2,91
	Desvio padrão	0,66	0,74	0,90
Manual	Média	1,95	2,72	3,29
	Desvio padrão	0,65	1,02	1,40
Oscilatório	Média	1,73	2,54	3,26
	Desvio padrão	0,48	1,00	1,45

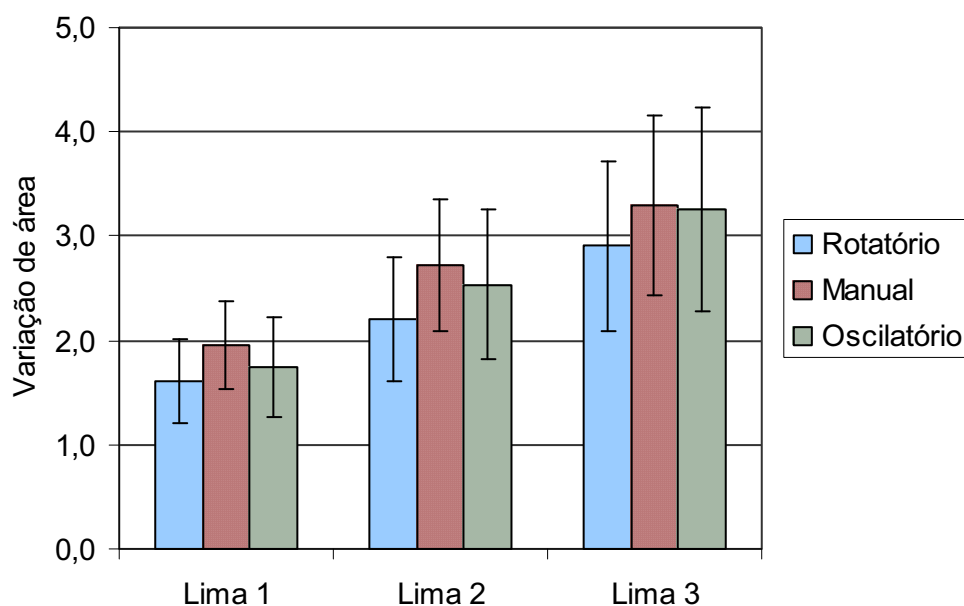


FIGURA 25 – Médias em mm² amostrais (colunas) e respectivos intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras verticais) de variação de área após a utilização de cada lima em relação ao inicial de acordo com a cinemática adotada.

2) Avaliação do perímetro

A avaliação do efeito da técnica de instrumentação sobre o perímetro do canal após a utilização sucessiva de três limas de acabamento também foi efetuada pela análise da variação do perímetro após a utilização da lima em relação ao inicial. A análise de variância de medidas repetidas (Tabela A5 do Apêndice 1) apontou evidência de que, em média, o perímetro aumenta sucessivamente após o acabamento. Não há evidência de que as cinemáticas tenham atuação diferenciada sobre o perímetro do canal.

Na Tabela 2 de estatísticas descritivas observa-se que, após o acabamento com a lima 3, o aumento médio do perímetro varia entre 1,6 a 1,8 vezes a inicial, sem diferença significativa entre esses valores. Na Figura 26 estão representadas graficamente as médias amostrais e os respectivos intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais de variação de perímetro.

Tabela 2 - Médias e desvios padrão (DP) de variação de perímetro após a utilização de cada lima em relação ao inicial de acordo com a cinemática adotada.

Cinemática	Estatística	Lima 1	Lima 2	Lima 3
Rotatório	Média	1,23	1,45	1,68
	Desvio padrão	0,19	0,23	0,29
Manual	Média	1,37	1,62	1,75
	Desvio padrão	0,23	0,37	0,42
Oscilatório	Média	1,31	1,57	1,81
	Desvio padrão	0,19	0,27	0,35

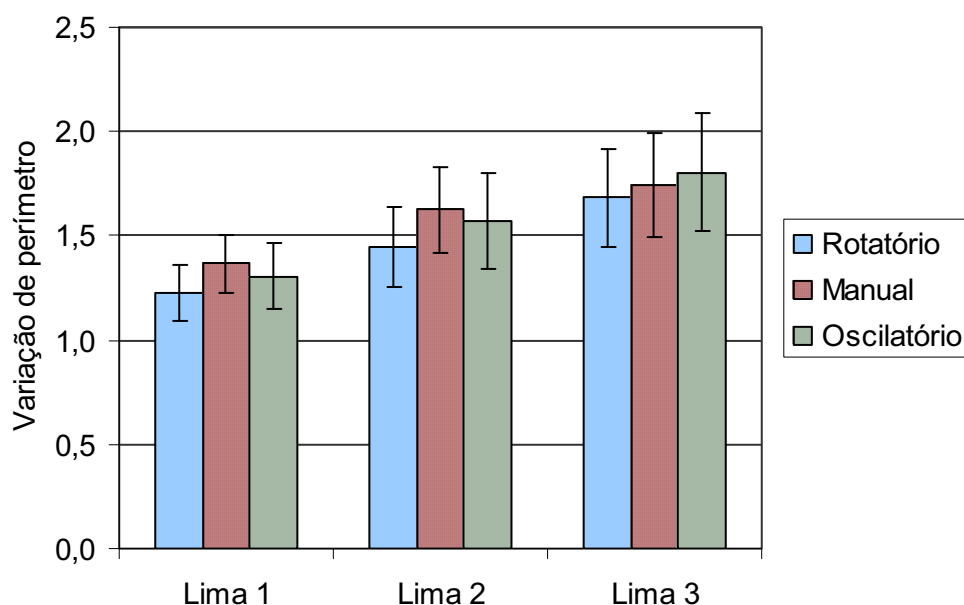


FIGURA 26- Médias amostrais (colunas) e respectivos intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras) de variação de perímetro após a utilização de cada lima em relação ao inicial de acordo com a cinemática adotada.

3) Avaliação do deslocamento do centro do canal

A avaliação do efeito de cinemática sobre o deslocamento do centro do canal após a utilização das limas de acabamento foi realizada pela análise de variância de medidas repetidas. A análise indicou certa complexidade no comportamento das médias de deslocamento do centro do canal, com todos os efeitos significativos ($p \leq 0,001$: Tabela A4 do Apêndice 1). Então, para identificar as médias significativamente diferentes foram realizadas comparações múltiplas de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. O resultado está na Tabela 4, onde médias com letras maiúsculas iguais na vertical ou letras minúsculas iguais na horizontal não são significativamente diferentes ao nível de significância adotados.

Os resultados na Tabela 3 mostram que o centro do canal, em média, se desloca pouco após o acabamento com a primeira lima, equivalentemente entre as três cinemáticas. Após o acabamento com a segunda lima, as médias de deslocamento aumentam mais com as três técnicas, mas são significativamente maiores somente para as técnicas rotatório e oscilatório. No final, após o acabamento com a terceira lima, o aumento é maior com a técnica oscilatório, mas só significativamente maior em relação à técnica manual.

Na Figura 27 estão representadas graficamente as médias amostrais e os respectivos intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais de deslocamento do centro do canal. Os intervalos de confiança permitem quantificar as diferenças significantes apontadas pelo teste de Tukey.

Tabela 3 - Médias e desvios padrão (DP) de variação de deslocamento do centro após a utilização de cada lima em relação ao inicial de acordo com a cinemática adotada (médias com letras maiúsculas iguais na vertical ou letras minúsculas iguais na horizontal não são significativamente diferentes ao nível de 5%)

Cinemática	Estatística	Lima 1	Lima 2	Lima 3
Rotatório	Média	0,05 _a ^A	0,10 _b ^A	0,14 _b ^{AB}
	Desvio padrão	0,04	0,05	0,05
Manual	Média	0,05 _a ^A	0,07 _a ^A	0,07 _a ^A
	Desvio padrão	0,05	0,06	0,06
Oscilatório	Média	0,09 _a ^A	0,15 _b ^A	0,21 _c ^B
	Desvio padrão	0,05	0,05	0,05

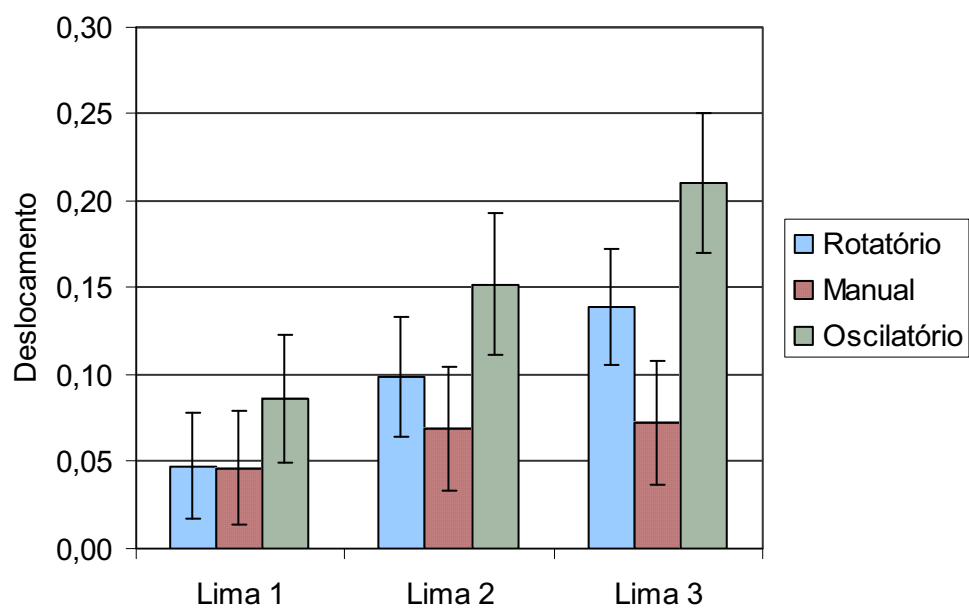


FIGURA 27- Médias amostrais (colunas) e respectivos intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras) de variação de deslocamento do centro após a utilização de cada lima em relação ao inicial de acordo com a cinemática adotada.

6 DISCUSSÃO

6.1 METODOLOGIA

Este estudo pode ser dividido em duas partes: inicialmente, o transporte do preparo apical e, em seguida, o aumento da área e o perímetro durante o preparo biomecânico em canais curvos com a utilização do Sistema Protaper Universal acionado manual, oscilatório e rotatoriamente.

De acordo com a literatura, os estudos foram realizados tendo como modelos experimentais blocos de resina, dentes simulados ou dentes naturais e avaliaram o preparo com diversos motores, instrumentos e cinemáticas.

Os blocos de resina, também denominados de canais simulados, foram inicialmente introduzidos por Weine et al. (1975). Trata-se de um método que simula o canal radicular de forma padronizada e é de fácil acesso para a avaliação do preparo. Este método tem sido muito utilizado em estudos para a avaliação das limas de níquel-titânio, tanto manuais como rotatórias (Bishop, Dummer, 1997; Bryant et al., 1998; Camps, Pertot, 1995a; Coleman, Svec, 1997; Himel et al., 1994; Pertot et al., 1995; Schäfer et al., 1995; Tepel et al., 1995; Tharuni et al., 1996; Thompson, Dummer, 1997a).

Pertot et al. (1995) utilizaram blocos de resina em seu estudo, reconhecendo a diferença dos resultados obtidos em condições laboratoriais dos reais, conseguidos em condições clínicas.

Tepel et al. (1995) observaram que existe uma enorme diferença entre a rigidez dos blocos de resina e da dentina humana, o que sem dúvida dificulta a análise do desempenho dos instrumentos.

Kazemi et al. (1996) observaram que as espiras das limas de níquel-titânio foram alteradas devido ao uso dos blocos de resina, questionando a veracidade dos resultados obtidos em estudos realizados que tiveram os mesmos como amostras.

Rhodes et al. (2000) ressaltaram em seu estudo que o calor friccional gerado pelos instrumentos rotatórios pode ser suficiente para provocar o derretimento de algumas resinas e, portanto, o bloco de resina não é o método mais adequado para este tipo de avaliação.

Thompson, Dummer (1997b) de acordo com esse estudo, ainda atentam para o cuidado que deve ser tomado na interpretação dos resultados obtidos nas pesquisas com os blocos de resina.

Tal motivo é a razão pela qual, em nosso estudo, foram utilizados dentes naturais para a avaliação do preparo dos canais radiculares. Foram escolhidas as raízes mesiais de molares inferiores em função das suas peculiaridades anatômicas: normalmente apresentam dois canais radiculares, atresiadados e curvos, tornando o tratamento do canal radicular mais difícil.

Para a seleção das amostras, foram realizadas tomadas radiográficas no sentido méso-distal e vestibulo-lingual de diversos molares inferiores. Somente foram selecionados canais que não haviam sido tratados endodonticamente, que fossem permeáveis e que possuísem o grau de curvatura entre 30 e 40 graus (Schneider 1971).

Dessa forma, foi conseguida a padronização inicial de setenta e cinco canais mesiais de primeiros molares inferiores, recém extraídos.

Observamos na literatura, que as raízes mesiais de molares inferiores têm sido utilizadas com freqüência em estudos de avaliação do preparo de canais radiculares (Chan, Cheung, 1996; Coleman et al., 1996; Glosson et al., 1995; Goldberg, Araujo, 1997; Haller et al., 1994; Harlan et al., 1996; Kosa et al., 1999; Kuhn et al., 1997; Porto Carvalho et al. 1997; Rhodes et al., 2000; Royal, Donnelly, 1995; Samyn et al., 1996; Serene et al., 1995; Short et al., 1997; Tucker et al., 1997)

O grau de curvatura dos canais radiculares envolvidos em um determinado estudo deve ser sempre levado em consideração para que haja a padronização das amostras.

Schneider (1971) comparou o grau de curvatura do canal radicular com a resultante do seu preparo, utilizando dentes unirradiculares de humanos. Os canais radiculares foram selecionados mediante o grau de curvatura mensurado na radiografia. Foram considerados retos, quando apresentavam grau de curvatura menor ou igual a 5°, moderados quando entre 10° e 20° e severos quando entre 25° e 70°. Tal metodologia foi

utilizada em muitos outros estudos (Chan, Cheung, 1996; Coleman et al., 1996; Espósito, Cunningham 1995; Harlan et al., 1996 ; Hinrichs et al., 1998 ; Kosa et al., 1999; Samyn et al., 1996; Zmener, Balbachan, 1994).

Acreditamos que a padronização da curvatura é muito importante para a confiabilidade dos resultados e, por essa razão, tal procedimento foi realizado em nosso estudo, considerando dentes com curvatura severa quando a mesma apresentava-se entre 30 e 40 graus e raio entre 8 e 10 mm, Schafer et al. (2002)., Schneider (1971).

Entre os estudos realizados, a fim de avaliar as variações ocorridas nos canais radiculares de dentes extraídos após o preparo realizado com limas níquel-titânio, há uma diversidade de metodologias empregadas.

Alguns trabalhos realizaram uma análise comparativa dos aspectos radiográficos, antes e após a instrumentação dos canais radiculares (Espósito, Cunningham, 1995; Goldberg, Araujo, 1997; Royal, Donnelly, 1995; Zmener, Balbachan, 1994).

Entretanto, Harlan et al. (1996) consideram o método uma avaliação indireta, já que não oferece uma análise da secção transversal do dente.

Nesse estudo, somente foram realizadas tomadas radiográficas no momento da seleção inicial das amostras a fim de se obter a padronização das mesmas.

Tanto o aumento da área como o perímetro do preparo biomecânico apical dos canais radiculares realizado com o Sistema

Protaper Universal e, o transporte apical foram avaliados por microscopia óptica digitalizada.

Baseados na literatura, podemos observar uma diversidade de metodologias aplicadas em estudos envolvendo preparo com instrumentos de níquel-titânio (manual e rotatório) em dentes humanos extraídos: avaliação em microscopia eletrônica de varredura (Zmener, Balbachan, 1995); avaliação em microscópio óptico (Goldberg, Araujo, 1997; Tucker et al., 1997); secções seriadas do canal (Schneider, 1971); moldagem dos canais radiculares (Barthel et al., 1999) e; tomografia computadorizada (Rhodes et al., 2000).

Como método de avaliação desse estudo, utilizamos a metodologia descrita por Bramante et al. (1987) modificada por Carvalho (2000). Tal metodologia permite a comparação entre os canais pré e pós-instrumentação, permitindo desta maneira a visualização tridimensional das variações sofridas nos canais radiculares após a instrumentação.

Carvalho (2000) realizou um estudo a fim de avaliar o preparo dos canais radiculares com limas manuais e rotatórias de níquel-titânio e, as alterações morfológicas das limas após o uso. Para tal, os autores prepararam as amostras de acordo com Bramante et al. (1987). Esta técnica consiste em inicialmente, selar o ápice radicular e a abertura coronária com cera. Em seguida, é traçada uma linha perpendicular ao longo eixo do dente que esteja distante apenas 2,0 mm do ápice da raiz mesial. É então confeccionada uma matriz de silicone de forma tubular

contendo um orifício de forma cônica com o lado expulsivo voltado para cima. As paredes internas do orifício cônico da matriz de silicona contêm duas saliências verticais, localizadas uma oposta à outra.

O dente é levado em posição no interior do orifício cônico da matriz, contendo um pedaço de cera na coroa, pelo qual é fixado nas bordas da matriz e mantido suspenso.

A matriz de silicona é então preenchida, com resina cristal poliéster, até que seja coberta toda a raiz do dente. Após a presa da resina, cada um dos blocos de resina contendo os dentes foram seccionados em nível apical na linha circunferencial previamente demarcada. Finalmente, uma matriz de gesso foi confeccionada para adaptar com precisão ambas as partes (cervical e apical) dos blocos de resina, reposicionando as porções do dente e, possibilitando a instrumentação dos canais radiculares como se não houvesse sido realizada a secção apical, sendo a matriz de gesso uma cópia fiel da matriz de silicona.

Nesse estudo, foi feita uma modificação em relação à metodologia utilizada no trabalho de Porto Carvalho (2000) para que houvesse uma melhor padronização das imagens utilizando o microscópio digital Olympus Mic D, com suporte moldado de cada uma das amostras e obtendo uma imagem com lamínula milimetrada para microscopia óptica .

Em acordo com esse estudo, outros trabalhos utilizaram a metodologia descrita por Bramante (1987) apresentando algumas

modificações (Chan, Cheung; Coleman et al., 1996 ; Glosson et al., 1995; Haller et al., 1994; Harlan et al., 1996; Kosa et al., 1999 ; Short et al., 1997; Carvalho et al. 1999).

Conforme anteriormente citado, existe na literatura uma variedade de estudos que avaliam os preparos biomecânicos através de métodos como: a microscopia ótica, a microscopia eletrônica de varredura, as radiografias, as fotografias, as observações histológicas, a moldagem do canal, os canais artificiais confeccionados em resina e, mais recentemente, a tomografia computadorizada (Gutiérrez, Garcia, 1968; Schneider, 1971; Bramante et al. 1987; Lim, Stock, 1987; Heck, 1997; Thompson, Dummer, 1997a; Barthel et al. 1999; Rhodes et al. 2000; Gluskin et al. 2001).

Kosa et al. (1999) fotografaram as amostras, antes e depois do preparo, com slides e os projetaram de forma sobreposta. Assim, compararam as imagens para a sua avaliação.

Portenier et al. (1998) fotografaram as amostras em microscópio óptico e escanearam as imagens no computador.

Harlan et al. (1996); Samyn et al. (1996), realizaram o mesmo procedimento e em seguida, transferiram os traçados das imagens, previamente delineados para um computador.

Carvalho (1997); Short et al. (1997) filmaram as imagens das secções com uma câmera acoplada a um microscópio e as transferiram para o computador.

Haller et al. (1994) capturaram as imagens diretamente no computador, filmando-as com uma micro-câmera acoplada a um microscópio.

A captura de imagens utilizando câmeras fotográficas ou filmadoras acopladas a microscópio ou lupa estereoscópica que serão posteriormente analisadas por programas de computador, tem se mostrado um eficiente sistema de avaliação do preparo de canais radiculares (Short et al. 1997; Deplazes et al. 2001; Calberson et al. 2002; Hata et al. 2002).

Mullaney (1979) utilizou em seu estudo o programa ImageLab, utilizado para calcular as medidas a serem analisadas e, que apresentam certa dificuldade na delimitação dos canais para mensuração das áreas, já que estas devem ser contornadas com a utilização do “mouse”. Sendo assim, para diminuir a possibilidade de erro nos resultados desse estudo, o autor mensurou cada valor duas vezes e os comparou.

6.2 RESULTADOS

No presente trabalho de pesquisa foi avaliado o desempenho de três cinemáticas de preparo biomecânico: rotatório, oscilatório e instrumentação manual, da região apical de canais mesiais de molares inferiores utilizando o sistema Protaper Universal sobre diferentes aspectos: a área, o perímetro e o deslocamento do eixo do canal, além de algumas observações complementares (forma, fratura e deformação).

ÁREA

Com o objetivo de avaliar o efeito do tipo da cinemática (instrumentação manual, rotatória ou oscilatória) sobre a área do canal radicular, foram utilizados três instrumentos designados para acabamento (*Finishing files*: F1, F2, F3) de maneira sucessiva.

Após a instrumentação de todos os canais radiculares e análise dos resultados, observou-se que não há diferenças estatísticas entre as diferentes cinemáticas no que diz respeito à área instrumentada do canal radicular.

Se buscarmos na literatura, poderemos observar que em relação à ação das limas níquel-titânio sobre a área do canal radicular podemos mencionar vários autores.

Heck (2005) realizou um estudo a fim de avaliar o efeito de três técnicas de instrumentação: híbrida, escalonada e rotatória sobre a área

dos canais radiculares em nível apical das raízes mesiais de molares inferiores. O autor concluiu que as técnicas de preparo não apresentam um desempenho similar no segmento apical, já que os valores dos diâmetros no terço apical não foram semelhantes.

Este estudo, apesar de terem sido mensuradas outras determinantes, compartilha os mesmos resultados com outros estudos (Veltry et al. em 2004; Uyanik et al., em 2006): não há diferença estatística entre diferentes técnicas.

O fato de não possuir dados estatísticos com diferenças significantes se deve ao desvio padrão, já que por mais que se tente reproduzir as condições reais dos canais radiculares em amostras, existem ainda, outras variações como, por exemplo: tipo de dentina, conformação anatômica, grau de calcificação do tecido, forma inicial e até mesmo a área do canal radicular que são fatores difíceis de padronizar.

Cabe ressaltar que esse estudo utilizou como amostras dentes humanos recém extraídos, no intuito de se aproximar o máximo possível das condições clínicas reais, havendo dessa maneira, uma padronização meticulosa que conseqüentemente evita diferenças extremas de resultados.

Uyanik et al., em 2006, demonstram que levando uma padronização adequada se pode ter dados significantes com variantes entre grupos assim sem ter diferença estatística de significância eles demonstram diferenças entre os parâmetros testados.

Os resultados obtidos em relação ao aumento das áreas de instrumentação em nível apical nos canais curvos nos mostraram que, em geral, as três cinemáticas em conjunto com os três instrumentos apresentaram um aumento de acordo com a troca do instrumento, do menos calibroso ao mais calibroso (F1 a F3).

Outro fato observado que não pode ser deixado de ser mencionado é que a instrumentação manual promoveu um aumento de área maior que a instrumentação rotatória, sendo esta a que promoveu um menor aumento de área. Esse aumento se manteve sempre maior para os três instrumentos (F1, F2 e F3). Tal fato é contrário ao raciocínio de que a cinemática de rotação empregada manualmente, por ter menor velocidade e, portanto rotacionar um menor número de vezes, deveria cortar menos dentina, promovendo um preparo de menor área. Assim, como quando acionados pelo motor, a velocidade é maior e, portanto, há um maior número de rotações, devendo cortar mais dentina, promovendo um preparo de área maior.

Já a instrumentação oscilatória também promoveu um aumento de área, estando este entre os aumentos obtidos com a instrumentação rotatória e manual, menor e maior, respectivamente.

Foi realizado um cálculo matemático regra de 3 no intuito de desvendar o ocorrido. Assim, encontramos que o instrumento manual rotacionou 5-6 vezes no interior do canal radicular atuando sobre as paredes do mesmo, num período de 5 segundos enquanto o instrumento

rotatório, acionado pelo motor, rotacionou aproximadamente 25 vezes num mesmo período de tempo. Ao passo que o instrumento oscilatório acionado pelo motor, apesar de não possuir a mesma cinemática (rotação), atua oscilando 90° 500 vezes no interior do canal radicular, também no mesmo intervalo de tempo (5 segundos), o que também não condiz com a realidade encontrada nesse estudo.

Porém, seguindo a mesma linha de raciocínio, de que os instrumentos de Ni-Ti, apesar de serem ultraflexíveis e se adaptarem à anatomia do canal radicular, durante o período em que foram acionados pelo motor (5 segundos) tenderam a manter a sua forma original, ou seja, reta, produzindo um desvio e não mais atuando em todas as paredes do canal radicular.

Ao passo que, o rotatório manual acionado por apenas cinco vezes (5 segundos) respeitou a anatomia do canal radicular atuando igualmente em todas as paredes do canal.

A cinemática manual foi a que apresentou menor desvio no interior do canal radicular, mantendo o eixo do canal natural, atuando sobre todas as paredes e, aumentando o diâmetro do mesmo. Assim, pode-se supor que devido a esses fatores, a instrumentação manual necessite de um menor número de rotações para promover um aumento da área.

O perímetro do canal radicular também foi um aspecto estudado. Os resultados mostraram que o perímetro aumentou sucessivamente após a utilização dos instrumentos de acabamento (*fishing files*) e, que

não existiu nenhuma evidência estatística significativa de que as cinemáticas atuaram de forma diferenciada sobre o perímetro do canal.

Na literatura endodôntica não encontramos estudos que avaliaram o perímetro dos canais radiculares, pré e pós-instrumentação.

Nesse estudo, levamos em consideração que podemos encontrar áreas iguais, porém perímetros diferentes, quando raciocinamos matematicamente. Se, a tendência do instrumento é deslocar, modificando a forma do canal radicular, teremos então, um perímetro maior do que o inicial, podendo encontrar uma mesma área.

Estatisticamente, não houve diferenças quanto ao perímetro, quando utilizadas as três cinemáticas. À medida que trocamos de instrumento, do menos calibroso ao mais calibroso, ocorreu um aumento do perímetro, porém com diferença quanto à área: o desvio padrão é muito menor na análise do perímetro do que na área avaliada, o que sustenta ainda mais esse estudo dentro da padronização.

DESLOCAMENTO

Bergmans et al. (2002) compararam a influência da conicidade progressiva do Sistema Protaper Universal com a influência da conicidade constante do Sistema K3, no preparo dos canais mesiais de molares inferiores. Os autores observaram que os instrumentos do Sistema Protaper promovem um preparo apical bem centralizado, respeitando o eixo do canal radicular. No entanto, esses instrumentos geram um

deslocamento do preparo, em nível cervical, de encontro à área de risco, enquanto que os instrumentos do Sistema K3 geram um deslocamento de encontro à área de segurança.

No que diz respeito ao efeito da cinemática sobre o deslocamento do eixo do canal após a utilização dos instrumentos de acabamento (F1, F2 e F3), os resultados mostraram que ocorreu um pequeno deslocamento do canal após a utilização do primeiro instrumento (F1). Porém, esse deslocamento foi basicamente equivalente para as três cinemáticas. Somente após a utilização do terceiro instrumento (F3), que o deslocamento foi significativo entre as cinemáticas, sendo maior para a oscilatória quando comparada à manual.

Ao analisarmos apenas os resultados em si, não levando em consideração os valores estatísticos, observamos que o Sistema Protaper Universal acionado de forma oscilatória, desde o primeiro instrumento (F1), demonstrou diferença quando comparado às outras cinemáticas. Tal evidência se acentua à medida que o calibre dos instrumentos aumenta, chegando a um grau de deslocamento considerável. Na cinemática oscilatória a velocidade utilizada foi de 6000 rpm. Supondo que o número de oscilações de um sistema oscilatório tenha relação direta com o deslocamento apical, a tendência dos instrumentos de Ni-Ti de manter sua forma original (reta), ao oscilar mais rápido, corta a dentina, porém, promove um deslocamento apical maior.

Pudemos observar, ainda, que a cinemática rotatória promoveu um deslocamento apical da mesma forma que a cinemática oscilatória, contudo em menor proporção, não havendo diferenças estatísticas entre elas.

Um fato curioso e que nos chamou a atenção foi que o primeiro instrumento (F1) utilizado com a cinemática manual atuou da mesma maneira que acionado rotatoriamente. Já na utilização do segundo instrumento (F2) observou-se diferença entre as cinemáticas empregadas, manual e rotatória, sendo o deslocamento maior para a segunda do que a para a primeira, que sofreu mínimo deslocamento. Finalmente, na utilização do terceiro e último instrumento (F3), a cinemática manual foi a que continuou apresentando um menor deslocamento apical quando comparada às outras, seguida da rotatória e oscilatória.

Assim, acreditamos que o deslocamento é diretamente proporcional ao número de vezes que o instrumento atua no interior do canal radicular. Javaheri, Javaheri (2007) sugeriram que o Sistema Protaper devia ser utilizado juntamente com instrumentos manuais com taper, já que se observou um transporte apical quando foram utilizados apenas os instrumentos rotatórios mecânicos para o preparo.

FORMA FINAL

Rhodes et al. (2000) compararam a técnica de instrumentação manual com o Sistema Profile não encontrando nenhuma diferença entre

eles. Os autores observaram que a instrumentação manual parece produzir formas mais variadas do canal radicular após o preparo, levando conseqüentemente, a um aumento da área. Com os resultados obtidos, após a utilização das limas de Ni-Ti no terço apical, os autores concluíram que a forma final dos canais radiculares tende a ser mais arredondada quando não apresentam desvio e, portanto tendendo a forma fusiforme quando este ocorre.

Ding-Min et al. (2007) observaram que o Sistema Protaper Universal empregado manualmente, quando comparado com a instrumentação manual utilizando limas de aço inoxidável, não houve diferenças estatísticas no que diz respeito ao deslocamento apical.

No caso do Sistema Protaper, acredita-se que a técnica manual apresente vantagens sobre as outras cinemáticas devido ao fato de que a utilização manual dos instrumentos desse sistema proporciona ao profissional, controle e segurança. Além disso, esses instrumentos promovem um preparo mais anatômico dos canais radiculares e de forma mais eficiente do que qualquer outro instrumento de aço inoxidável disponível atualmente no mercado. West (2006), assegura que o sistema Protaper Universal é a primeira solução simples para dentistas na busca de um sistema versátil e simples que resolva os problemas endodôntico mais difíceis de acesso a obturação

FRATURA

Apesar de não ter sido proposto nesse estudo, algumas observações devem ser relatadas no que diz respeito à fratura dos instrumentos utilizados. Quando empregada a cinemática manual não ocorreu fratura em nenhum dos instrumentos utilizados. Já com o emprego da cinemática rotatória ocorreu fratura de dois instrumentos e, com o emprego da cinemática oscilatória ocorreu fratura em três instrumentos.

A deformação macroscópica foi observada em todos os instrumentos utilizados nesse estudo. Porém, na cinemática oscilatória, os instrumentos, ao serem removidos do interior do canal radicular, apresentavam a forma do mesmo, perdendo em parte a sua flexibilidade. Poderíamos recomendar examinar a superfície fraturada com grande poder de amplitude pelo microscópio eletrônico de varredura já que é o melhor método para revelar o modo da separação do instrumento rotatório NiTi, Wei et al. (2007).

Mais uma vez a velocidade empregada durante a cinemática parece ter relação direta com a ocorrência da fratura. Visto que a elasticidade da lima é superada, à medida que atua um maior número de vezes no interior do canal radicular, fadigando e, conseqüentemente, fraturando o instrumento.

7 CONCLUSÃO

Ao final desse estudo, com a metodologia empregada, podemos concluir que:

- estatisticamente não encontramos nenhuma diferença na área e no perímetro com as três cinemáticas empregadas usando os três instrumentos de acabamento;
- quanto à cinemática oscilatória não foram encontradas diferenças estatísticas significantes em relação às técnicas quando empregamos os instrumentos F1 e F2. Contudo, o instrumento F3, em relação à instrumentação manual rotatória, apresentou um desvio em nível apical estatisticamente superior.

CONSIDERAÇÕES:

- a cinemática oscilatória empregada ao Sistema Protaper Universal não é recomendada para o preparo apical devido ao alto risco de promover desvio, além de deformar os instrumentos empregados, levando-os a fratura;
- a utilização do Sistema Protaper Universal com o emprego da cinemática manual, em nível apical, mostrou-se superior às outras cinemáticas utilizadas, no que diz respeito à área, perímetro e principalmente, manutenção do eixo.

8 REFERÊNCIAS*

Barthel CR, Gruber S, Roulet JF. A new method to assess the results of instrumentation techniques in the root canal. J Endod. 1999; 25: 535-8.

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.

Bishop K, Dummer PMH. A comparison of stainless steel flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. Int Endod J. 1997; 30: 25-34.

Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. J Endod. 1987; 13: 243-5.

Bryant ST, Thompsom SA, Al-Omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals. Int Endod J. 1998; 31: 275-89.

Calberson FL, Deroose CAJ, Hommez GMG, De Moor RJG. Shaping ability of ProTaper nickel – titanium files in simulated resin root canals. Int Endod J. 2004; 37: 613-23.

Calberson FL, Deroose CAJ, Hommez GM, Raes H, De Moor RJ. Shaping ability of GT[™] Rotary Files in simulated resin root canals. Int Endod J. 2002; 35: 607-14.

Camps JJ, Pertot WJ. Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in linear motion. Int Endod J. 1995a; 28: 279-84.

* De acordo com o estilo Vancouver. Disponível em:
http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Camps JJ, Pertot WJ. Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. *Int Endod J*. 1995b; 28: 239-43.

Carvalho LAP. Análise comparativa da extensão e da direção do transporte do centro axial do canal radicular após a instrumentação com limas de níquel e titânio e de aço inoxidável [dissertação mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 1997.

Carvalho LAP. Avaliação de canais radiculares com limas manuais e rotatórias de níquel e titânio e análise do aspecto morfológico das limas antes e após o uso [tese doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2000.

Carvalho LA, Bonetti, Borges MA. A comparison of molar root canal preparation using stainless steel and nickel-titanium instruments. *J Endod*. 1999; 25: 807-10.

Chan AWK, Cheung GSP. A comparison of stainless steel and nickel-titanium K-files in curved root canals. *Int Endod J*. 1996; 29: 370-5.

Coleman CL, Svec TA. Analysis of NiTi versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod*. 1997; 23: 232-5.

Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Suchina JA, Wang MM, Glickman GN. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of digital imaging. *J Endod*. 1996; 22: 603-7.

Dagher FEB, Yared GM. Comparison of three files to prepare curved root canals. *J Endod*. 1995; 21: 264-5.

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: 196-202.

Ding-Ming H, Hong-Xia L, Cheung GS, Lan Z, Hong T, Xue-Dong Z. Study of the progressive changes in canal shape after using different instruments by hand in simulated S-shaped canals. *J Endod*. 2007; 33: 986-9.

Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod*. 1995; 21: 173-6.

Glosson CR, Haller RH, Dove SB, De Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-flex endodontic instruments. *J Endod*. 1995; 21: 146-51.

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: 476-84.

Goldberg F, Araújo JA. Comparison of three instruments in the preparation of curved root canals. *Endod Dent Traumatol*. 1997; 13: 265-8.

Gutiérrez J, García J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1968; 25: 108-16.

Haller RH, Glosson CR, Dove SB, del Rio CE. Nickel-titanium hand and engine- driven root canal preparations: a comparison study [abstract PC12]. *J Endod*. 1994; 20: 209.

Harlan AL, Nicholls JI, Steiner JC. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with the balanced-force technique. *J Endod*. 1996; 22: 410-3.

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: 316-21.

Heck AR. Avaliação radiográfica da deformação apical com uso de instrumentos manuais de aço inoxidável e de liga níquel e titânio e rotatórios de liga níquel-titânio [dissertação mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1997.

Heck AR. Avaliação da alteração morfológica do canal radicular após o preparo com três técnicas de instrumentação e do tempo gasto para sua execução [tese doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 2005.

Himel VT, Moore RE, Hicks VE. The effects which three endodontic files have on canal shape [abstract 65]. J Endod. 1994; 20: 204.

Hinrichs RE, Walker WA, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. J Endod. 1998; 24: 102-5.

Javaheri HH, Javaheri GH. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. J Endod. 2007; 33: 284-6.

Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LS. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996; 81: 596-602.

Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. J Endod. 1999; 25: 441-5.

Kuhn WG, Carnes Jr DL, Clement DJ, Walker lii WA. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. J Endod. 1997; 23: 735-8.

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.

Limongi O, Ramos IFA, Trojan CH, Vanni JR, Albuquerque DS, Baratto Filho F. Análise in vitro do desvio apical, observado no sentido proximal, produzido por dois sistemas de rotação alternada: endo-gripper e M4. *JBE: J Bras Endod*. 2004; 5 (16): 67-72.

Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am*. 1979; 23: 575-92.

Paque F, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J*. 2005; 38: 456–64.

Park H. A comparison of Greater Taper files, Profiles, and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001; 91: 715-8.

Pertot WJ, Camps J, Damiani MG. Transportation of curved canals prepared with Canal Master U, Canal Master U NiTi, and stainless steel K-type files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995; 79: 504-9.

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.

Reddy AS, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod*. 1998; 24: 180-3.

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: 279-85.

Royal JR, Donnelly JC. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. *J Endod.* 1995; 21:300-4.

Samyn JA, Nicholls JI, Steiner JC. Comparison of stainless steel and nickel -titanium instruments in molar root canal preparation. *J Endod.* 1996; 22: 177-81.

Schafer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2003; 36: 208-17.

Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: Protaper versus race. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2004; 37: 239-48.

Schäfer E, Tepel J, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J Endod.* 1995; 21: 493-7.

Schäfer E, Diez C, Hoppe W, Tepel J. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. *J Endod.* 2002; 28: 211-6.

Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18: 269-96.

Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971; 32: 273-5.

Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments: applications in endodontis. St. Louis: Ishiyaku Euroamericana; 1995.

Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod.* 1997; 23: 503-7.

Tepel J, Schäfer E, Hoppe W. Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canals. *Int Endod J.* 1995; 28: 68-76.

Tharuni SL, Parameswaran A, Sukumaran VG. A comparison of canal preparation using the K-file and Lightspeed in resin blocks. *J Endod.* 1996; 22: 474-76.

Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *J Endod.* 1997a; 23: 698-702.

Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of NT engine and McXim rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 1997b; 30: 262-78.

Tucker DM, Wenckus CS, Bentkover SK. Canal wall planning by engine-driven nickel-titanium instruments, compared with stainless-steel hand instrumentation. *J Endod.* 1997; 23: 170-3.

Uyanik MO, Cebreli ZC, Mocan BO, Dagli FT. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computer tomography. *J Endod.* 2006; 32: 668-71.

Veltri M, Mollo A, Pini PP, Ghelli LF, Balleri P. In vitro comparison of shaping abilities of Protaper and GT rotary files. *J Endod.* 2004; 30: 163-6.

Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod.* 1988; 14: 346-51.

Wei X, Ling J, Jiang J, Huang X, Liu L. Modes of failure of ProTaper nickel-titanium rotary instruments after clinical use. *J Endod.* 2007; 33: 276-9.

Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975; 1: 255-62.

West J. Progressive taper technology: rationale and clinical technique for the new ProTaper universal system. *Dent Today.* 2006; 25 (12): 66-9.

Zmener O, Balbachan L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1994; 11: 121-3.

APÊNDICES

Apêndice 1

Tabela A1 - Áreas, em mm², iniciais e após a utilização sucessiva de limas de acordo com a cinemática adotada

Cinemática	Amostra	Inicial	Lima 1	Lima 2	Lima 3
Rotatório	1	0,09	0,13	0,18	0,34
	2	0,08	0,08	0,16	0,27
	3	0,19	0,29	0,37	0,55
	4	0,44	0,65	0,67	0,87
	5	0,09	0,09	0,27	0,28
	6	0,24	0,34	0,49	0,63
	7	0,30	0,37	0,39	0,51
	8	0,07	0,23	0,27	0,33
	9	0,14	0,26	0,33	0,38
Manual	1	0,08	0,16	0,25	0,27
	2	0,13	0,27	0,29	0,31
	3	0,12	0,22	0,24	0,31
	4	0,07	0,14	0,23	0,31
	5	0,08	0,24	0,28	0,41
	6	0,06	0,17	0,26	0,30
	7	0,09	0,14	0,29	0,34
	8	0,41	0,47	0,59	0,61
	9	0,22	0,25	0,29	0,32
Oscilatório	1	0,22	0,27	0,31	0,43
	2	0,04	0,09	0,17	0,23
	3	0,20	0,30	0,42	0,44
	4	0,30	0,38	0,44	0,48
	5	0,10	0,20	0,27	0,37
	6	0,10	0,24	0,32	0,36
	7	0,08	0,12	0,21	0,32

Tabela A2 - Sumário da análise de variância para avaliação dos efeitos da cinemática e da lima sobre a variação de área

Efeito	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
Cinemática	2	1,25	0,56	0,581
Resíduo (a)	23	2,25		
Lima	2	12,22	48,18	<0,001 *
Lima*Cinemática	4	0,05	0,19	0,945
Resíduo (b)	46	0,25		

* significativo ao nível menor do que 0,001

Tabela A3 - Perímetros, em mm, iniciais e após a utilização sucessiva de limas de acordo com a cinemática adotada

Cinemática	Amostra	Inicial	Lima 1	Lima 2	Lima 3
Rotatório	1	1,19	1,52	1,73	2,56
	2	1,04	1,04	1,43	1,92
	3	1,56	1,95	2,20	2,75
	4	3,11	3,74	3,92	4,07
	5	1,12	1,12	2,03	2,02
	6	2,05	2,25	2,85	3,30
	7	2,00	2,26	2,29	2,64
	8	1,05	1,72	1,92	2,11
	9	1,38	1,91	2,16	2,35
Manual	1	1,12	1,56	2,00	2,00
	2	1,33	1,90	2,07	2,06
	3	1,40	1,90	1,85	2,12
	4	0,97	1,36	1,84	2,16
	5	1,19	2,03	2,25	2,54
	6	0,90	1,52	1,92	2,03
	7	1,14	1,40	2,08	2,20
	8	2,51	2,68	2,99	2,99
	9	1,94	2,03	2,01	2,22
Oscilatório	1	1,75	2,05	2,16	2,53
	2	0,82	1,12	1,52	1,78
	3	1,88	2,29	2,62	2,89
	4	2,12	2,37	2,76	2,86
	5	1,31	1,84	2,14	2,53
	6	1,21	2,01	2,33	2,51
	7	1,12	1,35	1,87	2,38

Tabela A4 - Sumário da análise de variância para avaliação dos efeitos da cinemática e da lima sobre a variação de perímetro

Efeito	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
Cinemática	2	0,130	0,64	0,538
Resíduo (a)	23	0,204		
Lima	2	1,259	47,97	<0,001 *
Lima*Cinemática	4	0,012	0,47	0,757
Resíduo (b)	46	0,026		

* significativo ao nível menor do que 0,001

Tabela A5 - Deslocamento do centro do canal, em mm, após a utilização sucessiva de limas de acordo com a cinemática adotada

Cinemática	Amostra	Lima 1	Lima 2	Lima 3
Rotatório	1	0,02	0,07	0,16
	2	0,00	0,06	0,13
	3	0,06	0,08	0,14
	4	0,09	0,09	0,16
	5	0,00	0,16	0,12
	6	0,02	0,17	0,25
	7	0,09	0,11	0,10
	8	0,11	0,12	0,13
	9	0,08	0,12	0,13
Manual	1	0,03	0,03	0,04
	2	0,04	0,04	0,02
	3	0,02	0,04	0,03
	4	0,04	0,11	0,14
	5	0,18	0,20	0,19
	6	0,02	0,04	0,08
	7	0,03	0,06	0,08
	8	0,03	0,08	0,07
	9	0,02	0,02	0,01
Oscilatório	1	0,08	0,11	0,16
	2	0,06	0,10	0,16
	3	0,07	0,13	0,22
	4	0,05	0,15	0,17
	5	0,13	0,20	0,25
	6	0,18	0,24	0,25
	7	0,03	0,14	0,26

Tabela A6 - Sumário da análise de variância para avaliação dos efeitos da cinemática e da lima sobre o deslocamento do centro do canal

Efeito	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
Cinemática	2	0,045	7,97	0,001 *
Resíduo (a)	23	0,006		
Lima	2	0,042	42,9	<0,001 *
Lima*Cinemática	4	0,005	5,36	<0,001 *
Resíduo (b)	46	0,001		

* significativo ao nível menor ou igual a 0,001

Autorizo a reprodução deste trabalho
(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 19 de março de 2008

Guillermo Mauricio Aguirre Balseca