

MESTRADO

JANSEN ALVES MOREIRA FILHO

**INFLUENCIA DO ACIONAMENTO A MOTOR OU
MANUAL DE INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS DE
NÍQUEL-TITÂNIO NO DESLOCAMENTO DO PREPARO
APICAL DE CANAIS ARTIFICIAIS CURVOS**

2006



Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Av. Paulo de Frontin, 628 / 5º andar - Rio Comprido
20261-243 - Rio de Janeiro, RJ
Tels.: (0xx21) 2503-7289 ramal 242

JANSEN ALVES MOREIRA FILHO

INFLUENCIA DO ACIONAMENTO A MOTOR OU MANUAL DE INSTRUMENTOS
ENDODÔNTICOS DE NÍQUEL-TITÂNIO NO DESLOCAMENTO DO PREPARO
APICAL DE CANAIS ARTIFICIAIS CURVOS

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade Estácio de
Sá, visando obtenção do grau de Mestre
em Odontologia -(Endodontia).

ORIENTADOR:

Prof. Hélio Pereira Lopes

UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ
RIO DE JANEIRO
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

M838c Moreira Filho, Jansen Alves.

Influencia do acionamento a motor ou manual de instrumentos endodônticos de níquel-titânio no deslocamento do preparo apical de canais artificiais curvos / Jansen Alves Moreira Filho. - Rio de Janeiro, 2006.

69 f. : il.

Bibliografia: p. 61 – 69.

Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2006.

1. Endodontia. 2. Canais radiculares. 3. Instrumentos endodônticos. I. Título.

CDD 617.6342

EPÍGRAFE

“A verdadeira viagem da descoberta consiste não em buscar novas paisagens, mas em ter olhos novos”.

Marcel Proust

DEDICATÓRIA

A **Jesus Cristo**, fonte inesgotável de amor, por sempre iluminar minha vida, principalmente, nos momentos mais obscuros, proporcionando-me saúde, paz espiritual, serenidade, sabedoria, alegria e sempre muita disposição. Jesus é o maior projeto de amor que jamais existiu. Tão grande é o projeto que Ele fica sendo sempre um mistério... Oh Mistério do Amor.

Aos meus queridos e amados pais, **Jansen** e **Vera**, verdadeiros amigos, companheiros e “Mestres” formados pela escola da vida.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Hélio Pereira Lopes, meu orientador, pela presteza, amizade, carinho e sugestões valiosas no decorrer do trabalho.

Aos professores Dr. José Freitas Siqueira Junior e a Dr^a Isabela das Neves Roças Siqueira, por todos os ensinamentos, carinho e, principalmente, pela grande dedicação a esse mestrado.

Ao amigo e professor Tauby Coutinho Filho, pela confiança e por partilhar de sua sabedoria, alegria e pela oportunidade de ingressar na vida acadêmica.

Ao professor e co-orientador Dr. Edson Jorge de Lima Moreira, pelo incentivo na realização do trabalho e pela sua disponibilidade.

A professora Dr^a Luciana Sassone, por toda atenção e delicadeza durante a confecção deste trabalho.

A amiga e irmã Tereza Raquel Amim Moreira, exemplo único de amizade e apoio, tanto na minha vida pessoal quanto na acadêmica.

As companheiras, parceiras e amigas de mestrado, Karen e Tatiana, sempre me transmitindo apoio e incentivo.

Ao amigo, Gustavo de Deus pela grande colaboração e incentivo na minha profissão .

A Ângela Cristina minha Tuquinha, pela compreensão e paciência.

Aos colegas de Mestrado, Anelise, Túlio e Simone, pela luta, carinho e compreensão.

A eficiente e guardiã, a super secretária, Sueli, pelo carinho e dedicação.

Ao cunhado e amigo Robson Luis Vaz, pelo exemplo de garra e de luta.

ÍNDICE

1. Resumo.....	viii
2. Abstract.....	ix
3. Lista de Figuras.....	x
4. Lista de Tabelas.....	xi
5. Introdução.....	01
6. Revisão de Literatura.....	04
7. Proposição.....	39
8. Materiais e Métodos.....	40
9. Resultados.....	46
10. Discussão.....	50
11. Conclusão.....	60
12. Referências Bibliográficas.....	61

RESUMO

A instrumentação de canais radiculares curvos resulta, por vez, na formação de acidentes e deformações, não obedecendo a forma anatômica original. Os instrumentos endodônticos confeccionados em níquel-titânio são propostos em substituição às limas manufaturadas de aço inoxidável na instrumentação de canais radiculares curvos. O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de instrumento endodôntico de NiTi de mesma geometria, acionado a motor e manual, no deslocamento apical de canais artificiais curvos. O trabalho comparou as alterações apicais do preparo promovidas em vinte canais radiculares artificiais curvos. Neste trabalho, utilizamos limas de níquel-titânio do sistema ProTaper acionados a motor e manualmente, para instrumentação dos canais artificiais curvos, que foram preparados no comprimento de trabalho de 18mm, com um instrumento F3 (0,30mm). Os blocos foram escaneados antes e após a instrumentação. Depois as imagens foram sobrepostas e analisadas, através do programa Image Tool, avaliando o deslocamento do preparo apical dos canais artificiais curvos. Nos resultados obtidos, foi aplicada a técnica estatística de Student e, os dados coletados deste estudo registraram um valor de $t = 0,10545$ e $p = 0,91833$, não havendo diferença significativa entre os grupos testados ($p \geq 0.05$). Em função da metodologia e da análise estatística conclui-se que instrumentos de NiTi de mesma liga metálica e geometria, quando avaliado o acionamento a motor ou manual não interferiu nos resultados obtidos.

Palavras-chave: Endodontia; Sistema ProTaper; Níquel - titânio; Instrumentação.

ABSTRACT

Instrumentation of curved canals result in mechanical aberrations, such as ledging, elbows, zipping, and transportation because large instruments tend to straighten the canal. NiTi endodontic files have been proposed to substitute the traditional stainless steel files in the instrumentation of curved canals. The aim of the present study was to investigate the effects of the nickel-titanium rotary or hand ProTaper files on the preparation of simulated curved canals, by comparing the apical mechanical transportation in twenty simulated root canals instrumentation. The simulated curved canals were prepared with a F3 ProTaper hand and rotary file in the working length (18 mm). Images of the simulated canals were digitalized before and after the instrumentation. Images were overlapped and measures were done by the use of Image Tool analysis software so that the apical transportation could be analyzed and compared. Student t-test was used in the statistical analysis and no significant difference between the two groups was found and ($p = 0.91833$). Under the conditions of this *ex vivo* evaluation it was concluded that there was no difference in apical deviation in simulated canals prepared with nickel-titanium rotary or hand ProTaper files.

Key Words: Endodontics; ProTaper system; nickel-titanium; instrumentation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – (a): bloco escaneado antes da instrumentação. (b): bloco escaneado após a instrumentação. (c): imagens escaneadas sobrepostas.

Figuras representativas.....44

Figura 2 – (a): imagem canal artificial antes da instrumentação. (b): imagem canal artificial após a instrumentação. (c): imagens sobrepostas.

Figuras representativas.....44

Figura 3 – Interface do software Image Tool no momento da realização das medidas.

Figura representativa.....45

Figura 4 – Valores em milímetros das medidas de cada amostra nos dois grupos.....47

Figura 5 – Distribuição dos valores por grupo (média, desvio-padrão, valores máximos e mínimo).....48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mensuração em milímetros do preparo no ponto zero mm do ápice do canal artificial curvo.....	46
Tabela 2 - Média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo relativos do deslocamento apical (mm).....	47
Tabela 3 - Distribuição quantitativa das amostras, quando ao deslocamento apical nos grupos A e B, seguindo a classificação a classificação de CIMIS <i>et al.</i> (1988).....	49

INTRODUÇÃO

Ao passar do tempo, a terapia endodôntica vem evoluindo para aumentar o índice de sucesso.

O principal caminho para essa evolução é o aprimoramento do preparo químico – mecânico que objetiva limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares. Esses objetivos são obtidos através de instrumentos endodônticos especialmente limas associadas a substâncias químicas auxiliares. Procura-se uma sintonia entre instrumento e instrumentação que resulte em sucesso da terapia endodôntica.

A forma mais adequada para obtenção de um canal cirúrgico é levemente cônica com o afunilamento contínuo e com diâmetro menor na região apical.

Nos canais curvos, é importante que, após a limpeza e modelagem, mantenha-se a forma original, evitando-se acidentes como transporte do forame, a formação de zips, degraus, perfurações e rasgos apicais. Esses acidentes podem comprometer o sucesso do tratamento, uma vez que a limpeza e desinfecção são menos eficientes e a obturação mais dificultada.

Na tentativa de diminuir esses acidentes, o preparo de canais curvos, na sua porção apical, ficou limitado relativamente a instrumentos de pequeno diâmetro.

Na instrumentação dos canais radiculares, os instrumentos devem acompanhar variações anatômicas, principalmente, as grandes curvaturas de pequenos raios e serem resistentes à fratura para suportarem os movimentos a que são submetidos, durante o preparo do canal radicular.

Com objetivo de melhorar a qualidade do preparo dos canais radiculares, novas técnicas e novos instrumentos têm sido propostos visando obter efetiva limpeza, desinfecção e correta modelagem do sistema de canais minimizando a ocorrência de iatrogenias.

Um grande número de instrumentos aliados a novas técnicas endodônticas tem sido sugerido para promover a otimização no formato do terço apical, mas, infelizmente, as evidências radiográficas, clínicas e microscópicas sugerem que, apesar dessas técnicas recentes terem melhorado o preparo final do canal, uma forma ideal ainda não foi consistentemente atingida. Por ser a porção apical dos canais curvos a área de mais difícil administração devemos escolher técnicas mais seguras, objetivando, transformar a forma anatômica original do canal radicular em novo contorno cirúrgico cônico com paredes lisas, uniformes e limpas. A destreza da técnica empregada e as propriedades mecânicas dos instrumentos são de suma importância para se ter um alto nível de limpeza e desinfecção com um pequeno índice de deformações e de acidentes.

Tendo em foco esta situação e na tentativa de substituir a instrumentação manual, pesquisas têm sugerido as técnicas com instrumentos endodônticos acionados a motores elétricos, baixa velocidade, com movimento de alargamento contínuo, utilizando limas de níquel-titânio e têm sido estimuladas pelos bons resultados obtidos em canais curvos, onde se deve levar o preparo apical com limas mais calibrosas, procurando melhorar a limpeza e a modelagem do canal radicular.

Além desses objetivos citados, esses sistemas acionados a motor vieram também diminuir o tempo de trabalho assim, minimizando o desgaste do profissional.

Então a união de novos aparelhos e instrumentos tem como objetivo a modelagem ideal e limpeza dos canais atresiadados e curvos, com mais segurança e rapidez, evitando grandes deformações e assim atingindo o foco da endodontia.

REVISÃO DE LITERATURA

CLEM (1969) preocupado com a flexibilidade dos instrumentos e a influência desta propriedade no preparo de canais radiculares curvos, sugeriu a instrumentação escalonada ápico-cervical (*step preparation*). A região apical era dilatada pela lima K nº 10 até a nº 35, com instrumentos pré-curvados, empregando movimentos de $\frac{1}{4}$ de volta e tração. A lima nº 40 era utilizada 4mm aquém do comprimento de trabalho e assim sucessivamente até a lima nº 80, sendo que esses instrumentos eram utilizados com movimentos rotacionais. Se houvesse necessidade de se colocar um pino, recuava-se mais 4mm e instrumentava-se com as limas nº 90 e nº 100.

WEINE *et al.* (1975) avaliaram as alterações morfológicas produzidas em canais radiculares artificiais curvos, utilizando várias técnicas de instrumentação, diferentes operadores e movimentos imprimidos aos instrumentos. Os canais simulados foram fotografados antes e após o preparo, e independente do operador ou técnica, todas as preparações demonstraram algumas características comuns: a porção apical não foi a parte mais estreita do canal, mas o meio da porção curva, gerando acidentes denominados "zips" e "elbows". Tanto pré-curvada ou reta, a lima tendia a retificar a curvatura do canal.

CIVJAN *et al.* (1975) foram os primeiros a investigar a liga de níquel-titânio para Odontologia. Esses estudos preliminares sugeriram que essa liga poderia ser aplicada por sua superelasticidade.

WEINE *et al.* (1976) comparou quatro técnicas de instrumentação, duas mecânicas e duas manuais, utilizando canais curvos simulados em blocos de

resina e, concluíram que a técnica manual com ação de alargamento foi mais eficiente. O contra-ângulo W&H e o Giromatic promoveram zips apicais severos com alteração da forma original do canal e nenhum dos instrumentos mecânicos foi capaz de passar pelos degraus realizados intencionalmente.

ABOU-RASS *et al.* (1980) propuseram um método de instrumentação, almejando diminuir os acidentes que mais ocorrem durante o preparo dos canais radiculares curvos, especialmente nas zonas de menor espessura e achatamento. O método proposto foi denominado de anti-curvatura, sendo preconizado um desgaste compensatório mais enérgico na direção oposta à curvatura. O preparo dos terços médio e apical foi realizado valendo-se de procedimentos escalonados, imprimindo aos instrumentos pressão no sentido contrário à furca. Observaram que quando o preparo é realizado assim, os acidentes são bem reduzidos.

MARSHALL & PAPPIN (1980) descreveram a técnica de preparo coroa-ápice com menor pressão, onde o acesso radicular pode ser definido com o preparo dos dois terços coronários da raiz. Isto faz com que se remova uma grande quantidade de dentina e restos necróticos do canal radicular e facilita o acesso posterior em linha reta em direção ao terço apical restante. Inicialmente, uma lima de nº 35 é introduzida no canal radicular até encontrar resistência com suave pressão apical. A profundidade desta penetração é medida na radiografia e, se esta distância for de 16mm, ou mais, completa-se o preparo nesta medida. Se a lima penetra menos que 16mm esta medida é comparada com a radiografia pré-operatória para verificar se a resistência é devida à curvatura do canal radicular ou a uma constrição do mesmo. Se a resistência for devido à curvatura, esta profundidade é usada como

comprimento de acesso radicular. Se a resistência for devido à constrição do canal radicular, este é ampliado com instrumentos manuais até que a lima de nº 35 penetre os 16mm, sem resistência, ou até que chegue à curvatura em uma profundidade menor que 16mm. O acesso é completado através de irrigação e do uso de brocas de Gates-Glidden de nº 2 e nº 3, cada uma atuando no comprimento de acesso radicular com suave pressão apical. A partir daí, as limas retas são empregadas com movimentos de rotação no sentido horário (duas voltas). Após a confirmação do comprimento de trabalho inicia-se mais uma ou duas seqüências com o emprego de limas usadas com movimentos de rotação, na seqüência das maiores para as menores, até que o preparo da porção apical atinja, no comprimento de trabalho, o diâmetro da lima de nº 25 ou o diâmetro do instrumento dois diâmetros maior do que aquele que atingiu o comprimento de trabalho em, primeiro lugar.

GOERIG *et al.* (1982) descreveram a técnica de preparo "*step-down*" para canais radiculares curvos. Após a cirurgia de acesso, era realizado um desgaste compensatório na parede contrária à curvatura, com limas Hedström (nº 15, nº 20 e nº 25) com pequena pressão, a uma profundidade de 16 a 18mm, em seguida, o preparo do terço cervical era realizado com brocas de Gates-Glidden nº 3 (11 a 13mm de profundidade) e nº 2 (14 a 16mm de profundidade). Para o preparo apical, as limas K eram utilizadas até o nº 35, finalizando com um escalonamento recuando 0,5mm em cada instrumento até a lima nº 60.

ROANE *et al.* (1985) desenvolveram um novo conceito para a instrumentação de canais radiculares curvos. Sugeriram o emprego das forças balanceadas, com o intuito de minimizar e até de eliminar os acidentes durante

o preparo. Correlacionaram a magnitude da força aplicada pelo instrumento e controle de corte desejável nos casos de curvatura. Quanto à cinemática do instrumento, recomendaram rotação em sentido horário. Para analisar a validade da técnica, valeram-se de cálculos matemáticos, análise de dentes seccionados e radiografias. Este estudo culminou com a introdução de um novo desenho para as limas tipo-K, que passou a contar com uma secção triangular e guia de penetração arredondada (ausência do ângulo de transição).

LIM & WEBBER (1985a) utilizaram vinte cinco dentes extraídos de humanos com canal único e curvatura moderada (10° - 20°), outros vinte cinco dentes com curvaturas severas (25° - 40°), 12 canais radiculares simulados com curvatura moderada (15°) e 12 canais radiculares simulados com curvatura severa (30°). As curvaturas foram determinadas empregando-se a metodologia de SCHNEIDER (1971), e os blocos foram confeccionados em resina de poliéster. Os dentes e os blocos foram preparados similarmente, valendo-se da instrumentação seriada do instrumento nº 15 ao nº 25, sendo o preparo considerado completo, quando a lima nº 30 alcançasse o comprimento de 1mm aquém do comprimento de trabalho, sendo todas as limas pré-curvadas. Os resultados mostraram que os canais radiculares artificiais, confeccionados em resina de poliéster transparente, constituem um válido modelo experimental para o estudo das alterações na forma do canal radicular. A incidência de canais em forma de "ampulheta" foi maior em curvaturas mais severas.

LIM & WEBBER (1985b) estudaram os efeitos da técnica escalonada no preparo de dentes humanos, em raízes com curvaturas moderadas (10° - 20°) e curvaturas severas (25° - 40°). Uma única técnica de instrumentação foi empregada para os dois grupos, iniciando com as limas nº 15 a nº 25 e o

preparo apical estaria finalizado, quando a lima nº 30 alcançasse o comprimento de 1 milímetro aquém do comprimento de trabalho. Foi realizado um escalonamento com recuo programado de 1mm do instrumento nº 30 ao nº 40, sendo todas as limas pré-curvadas. Utilizando o método de sobreposição radiográfica, constataram que a incidência de canais em forma de "ampulheta" aumentou em curvaturas severas. A dilatação coronal deu forma de funil ao preparo e o escalonamento aumentou o risco de rompimento ou exagerado desgaste na parte interna das curvaturas. Em curvaturas moderadas, 16% mostraram "zip" após completa instrumentação, enquanto, que em curvaturas severas, 80% apresentavam este acidente.

SOUTHARD *et al.* (1987) determinaram a extensão em que a instrumentação pela técnica de Roane *et al.* (1985) pode ser executada sem produzir desvio significativo da curvatura original do canal. O segundo objetivo deste estudo foi determinar a extensão em que tipo e grau de curvatura do canal pode afetar a possibilidade de manutenção da posição original do canal radicular. Foram utilizados canais mésovestibulares de molares superiores e canais mesiais de molares inferiores, divididos em grupo A (curvatura unidirecional de no mínimo 15°) e grupo B (curvatura em S). Todas as instrumentações foram feitas com limas tipo K. Iniciou-se com limas nº 08 ou nº 10 e o travamento no forame apical teria que ocorrer com um dos instrumentos de nºs 08 a 20. Posterior ao travamento, uma lima de nº 20 era inserida no canal radicular com pressão apical e sofria rotação horária de 90° a 180°, quando encontrava resistência, era realizado movimento anti-horário de 360°. Quando o canal radicular era instrumentado completamente até a lima nº 35, os terços médio e cervical eram alargados com brocas de Gates-Glidden de

n^{os} 2 a 6 (com recuo de 3 mm, 2 mm e ao travamento das brocas de n^{os} 5 e 6). Em seguida, a instrumentação seguia com os instrumentos n^o 40 e n^o 45. A posição apical dos instrumentos foi a seguinte, durante o preparo dos canais radiculares: limas n^{os} 08 a 20 no forame apical; limas n^{os} 35 a 45 a 1mm aquém do forame apical. O presente estudo demonstrou que é possível instrumentar canais radiculares curvos com limas retas até o diâmetro n^o 45, enquanto se mantêm a patência, a forma original e a posição do forame apical. Segundo estes autores, quando a instrumentação é levada a uma lima de diâmetro n^o 45, ocorrerá desvio na posição original do canal radicular em uma frequência mais alta. O presente estudo sugere que a técnica de Roane tem potencial considerável para debridar efetivamente e manter a posição original do canal radicular pelo menos até a lima de diâmetro n^o 40.

WALIA *et al.* (1988) avaliaram limas de seção triangular confeccionadas em níquel-titânio e desenho semelhante a dos instrumentos tipo K. Foram analisadas as superfícies fraturadas, quanto à torção no sentido horário e anti-horário, através da microscopia eletrônica de varredura. Os resultados sugeriram que as limas de nitinol podem ser promissoras para instrumentação de canais curvos, possuindo boas propriedades mecânicas de flexão e torção. A resistência à fratura por torção das limas experimentais de níquel-titânio para preparo de canais radiculares foram claramente superiores ao comportamento das limas de aço inoxidável.

CIMIS (1988) comparou a quantidade de transporte na região apical em canais méso-linguais de molares inferiores extraídos de humanos, com curvaturas variando de 45° a 60°, utilizou a lima tipo K com seção reta transversal quadrada; Flexofile seção triangular e K Flex com seção romboidal.

A dilatação do terço-cervical de todos os canais foi realizada com brocas de Gates-Glidden de nºs 2 a 4. A instrumentação até a parada apical foi realizada três limas acima das usadas para estabelecer o comprimento de trabalho. Comparando, radiograficamente, as incidências vestibulo-lingual e méso-distal, antes e depois da instrumentação, com cada tipo de lima, os resultados mostraram que os canais foram transportados na região apical em 46% das amostras. Constatou-se, ainda, que não ocorreram diferenças na quantidade de transporte apical entre os três tipos de limas utilizadas no estudo.

CALHOUN & MONTGOMERY (1988) compararam quatro técnicas de instrumentação considerando: (a) a capacidade de centralizar a instrumentação em relação à localização original do canal radicular; (b) a quantidade de dentina removida; (c) as direções e comprimentos das transposições e; (d) a morfologia final dos canais instrumentados. Foram usados canais mesiais de vinte quatro primeiros e segundos molares inferiores (quarenta e oito canais radiculares). Os dentes apresentavam-se com rizogênese completa, raiz mesial com curvatura entre 30° e 35° e canais radiculares, radiograficamente, separados do orifício do forame apical. Os canais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de doze canais radiculares (seis vestibulares e seis linguais). No grupo A, os canais radiculares foram instrumentados com limas K-Flex® (Kerr, MI, USA) usando a modificação preconizada pela Universidade do Texas. Os canais foram alargados até a lima nº 30 a 0,5mm aquém do forame apical. Recuo de 0,5 mm foi realizado até a lima de nº 45. Posteriormente, uma lima Hedström nº 50 foi utilizada, circunferencialmente, nos terços médio e cervical. No grupo B, foi usado o conceito de força balanceada e limas Flex-R® (Union Broach, USA). Os canais radiculares foram

esvaziados com lima K-Flex® nº 15, broca de Gates Glidden nº 2 foi utilizada para ampliar os canais radiculares até a curvatura e cada broca sucessiva foi usada a 2mm de recuo deste comprimento. O preparo do terço apical foi realizado até a lima de nº 35 no forame. As limas nºs 40 e 45 foram usadas a 0,5mm aquém do ápice, a lima nº 50 a 1mm aquém do ápice e lima nº 55 a 1,5mm aquém do ápice. O grupo C foi instrumentado com sistema ultra-sônico Enac® (Osada Electric Co., Tokyo, Japão) e limas Flex-R®. Os canais radiculares foram preparados até a lima nº 40 a 0,5mm aquém do ápice e recuo de 0,5 mm com instrumentação manual até a lima de nº 50. No grupo D os canais radiculares foram instrumentados da mesma maneira que o grupo C, exceto as limas Flex-R® foram substituídas por limas Zipperer® (United Dental, West Palm Beach, FL, EUA). Os autores concluíram que: 1 - esta metodologia para estudo da instrumentação dos canais radiculares foi clinicamente mais relevante do que os métodos com blocos de resina; 2 - houve uma tendência das limas Flex-R® com a técnica de força balanceada e permanecerem centralizadas nos canais radiculares, entretanto, o resultado não foi estatisticamente diferente de outras técnicas; 3 – a quantidade total de dentina removida pela instrumentação foi significativamente menor com a técnica de recuo do que com as outras três técnicas; 4 – Todas as técnicas tenderam a transportar o canal radicular original na mesma direção em vários níveis do canal. Os canais radiculares foram desviados mesialmente até o nível apical, distalmente à curvatura e distalmente ao nível cervical; 5 – A forma dos canais radiculares após a instrumentação variou entre os grupos. A maioria dos canais radiculares no grupo de força balanceada apresentou forma arredondada enquanto que a maioria da forma dos canais nos outros três grupos foi oval.

IANNO & WEINE (1989) investigaram as ações de duas peças de mão utilizadas no preparo de canais radiculares. Para isto foram utilizados blocos feitos de resina clara, possuindo um canal, que foi explorado com instrumento endodôntico de nº 08. Todos os canais foram preparados pelo mesmo operador utilizando o Giromatic® (Micro-Mega, Medidenta International, NY,NY,EUA) e o Kerr M-4® (Kerr, Division of Sybron, Orange, CA, EUA). Ambas as peças de mão possuem um quarto de volta com movimento horizontal sem oscilação vertical. O Giromatic® utilizou limas Giromatic® (incluídas no kit), enquanto que o Kerr M-4® usou limas K-Flex® (Kerr, Division of Sybron, Orange, CA, EUA). Seis blocos foram preparados e usados no estudo. A lima memória foi intencionalmente variada entre diferentes blocos. Conseqüentemente, cada dois canais foram preparados apicalmente com o diâmetro da lima nº 25, em outros dois foi utilizada a lima nº 30, enquanto nos dois restantes foi utilizada a lima de nº 35. Feita a análise dos dados, os resultados mostraram que, em relação às limas, o Giromatic® limpou com maior eficácia, possivelmente em função das diferenças entre as limas, já que as limas do Giromatic® retiraram debris, semelhante a Kerr®, porém em maior extensão. Quanto ao preparo, o Giromatic® foi mais efetivo na manutenção do comprimento de trabalho. A morfologia do terço apical foi mais facilmente mantida com Giromatic®. Os canais preparados com o Giromatic® mostraram um preparo cervical que facilitou a inserção de sucessivas limas. Quanto às diferenças entre as limas memórias (n^{os} 25, 30 ou 35), o trabalho mostrou que o comprimento do canal foi mantido mais facilmente quando a lima memória foi a de nº 25. Quando utilizadas as limas memórias n^{os} 30 e 35 foi, virtualmente, impossível alcançar todo o comprimento de trabalho sem que fossem feitas

modificações. A conclusão obtida com este estudo, segundo os autores, foi que os canais preparados com o Giromatic[®] foram, geralmente, melhores do que os preparados com o M-4[®]. Foi mostrado também que os dois sistemas produziram alterações e distorções no canal.

GOLDMAN *et al.* (1989) usaram a técnica de modelo de silicone para comparar e avaliar a eficácia da instrumentação manual versus preparo subsônico com MM 3000[®] (Medidenta, NY, NY, USA) e com o contra-ângulo SET[®] (Endo-Technic, San Diego, CA, USA). Foram usados dentes recém extraídos, unirradiculares escolhidos aleatoriamente e divididos em 3 grupos: Grupo 1 - acesso padrão, odontometria e instrumentação dos canais com limas K-File até um tamanho apical que foi três calibres maiores do que a primeira lima utilizada no ápice. Foram usadas limas Hedström dois calibres maiores do que a última lima K-File usada no ápice para alargar os dois terços coronais do canal radicular. Grupo 2 - Foi utilizada a instrumentação subsônica MM 3000[®]. Os canais radiculares foram alargados conforme instruções do fabricante. Grupo 3 - Foi usado o contra-ângulo SET[®] e os canais foram alargados de acordo com as instruções do fabricante. Todos os canais foram secados e preenchidos com o material de silicone para impressão Impregum (ESPE, Philadelphia, Pennsylvania, USA). Os modelos de silicone dos canais radiculares dos dentes unirradiculares preparados com instrumentação manual, instrumentação com MM 3000[®] e instrumentação com o contra-ângulo SET[®] foram comparadas. O grupo de instrumentação manual e o grupo de instrumentação com o contra-ângulo SET[®] se mostraram igualmente bons e produziram melhor forma dos canais radiculares do que o instrumento subsônico (MM 3000[®]).

ALODEH & DUMMER (1989) compararam a habilidade de limas tipo K[®] (Kerr, Division of Sybron, Orange, CA, EUA) e Hedström[®] (Micro-Mega, Geneva, Suíça) em preparar canais radiculares simulados em blocos de resina. Vários tipos de canais radiculares foram empregados em ordem para determinar o nível de influência do grau e posição da curvatura do canal radicular no desempenho das limas. Foram construídos cinquenta canais simulados em blocos plásticos. Os canais tinham comprimento de 24mm e foram feitos canais retos e com curvaturas de 30° e 50°, começando a 4 e 8mm do ápice. Foi utilizada a técnica padronizada de alargamento do canal radicular com recuo (*step-back*), com movimento circunferencial. As limas de nº 8 a 25 foram utilizadas para preparar apenas um canal; limas de nº^{as} 30 a 60 prepararam três canais e foram descartadas. Os canais retos foram preparados até a lima de nº 40 no ápice. A instrumentação iniciou com a lima nº 15, sem movimento de rotação, até a lima nº 40 em todo comprimento de trabalho. Os canais curvos foram preparados até a lima nº 25 no ápice. O restante do canal foi preparado com recuo de 1mm a partir da lima nº 45 indo até a lima nº 60 com recuos de 2, 3 e 4mm no comprimento de trabalho. Sob as condições deste estudo, a manipulação de limas K[®] e Hedström[®] no movimento simples de instrumentação circunferencial de avanço e recuo, quando no preparo de canais simulados, através da técnica de recuo escalonado mostrou-se insatisfatória. A maioria dos canais radiculares curvos sofreu alterações na forma original e muitos se mostraram alargados excessivamente no aspecto interno da curvatura. Em geral, as limas Hedström[®] foram mais efetivas que as limas K[®], preparando canais mais rapidamente e com áreas de *zip* menores e menos pronunciadas. A instrumentação de anti-curvatura e alargamento do

orifício se mostraram essenciais para evitar a sobre-instrumentação da parede interna do canal e para facilitar o alargamento do canal em sua porção cervical.

SEPIC *et al.* (1989) compararam a quantidade da alteração apical, durante o preparo do canal radicular, resultante do emprego das técnicas *step-back* e força balanceada, utilizando as limas tipo K-Flexofile[®] (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) e Flex-R[®] (Union Broach, York, Pennsylvania, EUA). Foram utilizados oitenta molares humanos extraídos, superiores e inferiores, com curvatura radicular severa. A técnica *step-back* utilizou as limas tipo K-Flexofile[®] e brocas Gates-Glidden n^{os} 2 e 3. Na execução da técnica de força balanceada foram utilizadas as limas Flex-R[®] em conjunto também com as brocas Gates-Glidden n^{os} 2 e 3. Os resultados mostraram que a técnica da força balanceada usada no preparo do canal radicular, utilizando a lima Flex-R[®], resultou em alteração do ápice, significativamente, menor do que a técnica *step-back* que utilizou a lima tipo K-Flexofile[®].

DUMMER *et al.* (1991) preconizaram um método de confecção de canais artificiais em blocos de resina transparente. Os canais simulados são de simples confecção e de grande ajuda para alunos de graduação e pós-graduação, podendo ser utilizados também para pesquisa, particularmente, durante a avaliação de instrumentos e técnicas.

DE DEUS (1992) modificou o tipo de movimento da lima, desaconselhando o movimento de limagem, que causa maior bloqueio no canal radicular, na porção apical, e aconselhou o uso de movimentos oscilatórios.

CARRASCOZA & PESCE (1994) realizaram análise morfológica comparativa, em dentes humanos extraídos, de duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos. O presente estudo objetivou de

comparar, em canais mésovestibulares de quarenta primeiros molares superiores humanos extraídos, duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos: preparo escalonado (vinte dentes) e preparo cervical (vinte dentes), valendo-se de modelos de silicone obtidos dos canais preparados. No Grupo I, empregou-se a técnica escalonada com recuo programado, tendo como proposta a técnica de PAIVA & ANTONIAZZI (1991). Para a técnica de preparo cervical (Grupo II), adotaram-se os procedimentos propostos por Estrela *et al.* (1992). Frente aos resultados, os autores concluíram que a técnica de preparo cervical providenciou menor índice de desvio apical, sem significado estatístico, quando comparada com a técnica escalonada; a frequência de preparos cônicos contínuos para a técnica de preparo cervical foi significativamente maior do que para a técnica escalonada; com relação à regularidade das paredes do preparo, a técnica de preparo cervical exibiu resultados significativamente superiores, quando comparada com a técnica escalonada.

SERENE *et al.* (1995) descreveram que as ligas de NiTi empregadas em endodontia apresentam pequeno módulo de elasticidade, cerca de um quarto a um quinto em relação ao aço inoxidável, e, em consequência disso, possui grande elasticidade e alta resistência à deformação plástica e à fratura. De acordo com estes autores, a força necessária para flexionar uma lima de NiTi de nº 45 é equivalente à necessária para flexionar uma lima convencional de aço inoxidável de nº 25. Estas propriedades fazem com que o instrumento acompanhe facilmente a curvatura do canal radicular, reduzindo o deslocamento apical e a alteração de sua forma original.

PERTOT *et al.* (1995) compararam três diferentes instrumentos em canais radiculares simulados com aproximadamente 35 graus de curvatura, utilizando-se das limas Canal Master "U" de aço inoxidável e níquel-titânio acionadas a motor e limas pré-curvadas de aço inoxidável tipo K manualmente. Para todos os grupos a lima apical final foi nº 30, com um escalonamento complementar de três limas. Os resultados mostraram que os preparos realizados pelas limas Canal Master proveram melhores configurações que a lima tipo K.

ESPOSITO & CUNNINGHAM (1995) compararam a capacidade de manter a forma original em quarenta dentes extraídos de humanos, com limas de níquel-titânio manual, rotatório (MAC) e aço inoxidável (K-Flex). Utilizando o método radiográfico, concluíram que as limas de níquel-titânio têm maior capacidade em manter a forma original quando o preparo era dilatado até a lima nº 35 ou nº 40 na porção apical.

GLOSSON *et al.* (1995) compararam o preparo em canais mesiais de molares inferiores humanos, utilizando limas de níquel titânio manual (Mity, Canal Master "U"), níquel-titânio movidos a motor (Sensor e Lightspeed) e limas manuais de aço inoxidável (K-Flex). As amostras foram trabalhadas e analisadas pelo método de cortes transversais antes e após os preparos. Concluíram que as limas movidas a motor e a manual Canal Master "U" causam significativamente menos transporte, deixando o canal mais centrado, removendo menos dentina e proporcionando preparos mais redondos do que os realizados pelas limas K-flex e Mity.

SCHÄFER (1996) utilizou ou blocos de resina transparente com canais radiculares curvos em 42°, que foram preparados com instrumentos

Flexoreamer, Flex-R ou K-Flexofile com pontas arredondadas do nº 15 ao nº 35 pelas técnicas (Senia – Wildey); forças balanceadas, escalonamento e a técnica combinada utilizando forças balanceadas com movimentos rotacionais. O fator de forma foi analisado e os melhores resultados foram verificados quando os canais foram primeiramente dilatados com Flexoreamer ou Flex-R nº 15 e nº 20 usando movimento de rotação, seguido pelos instrumentos nº 25 a nº 35 usando forças balanceadas. Essa combinação favorece o preparo do canal sem transporte.

COLEMAN *et al.* (1996) compararam limas de níquel-titânio e de aço inoxidável usando a técnica do escalonamento em canais de molares humanos com curvatura. Utilizaram a metodologia proposta por BRAMANTE *et al.* (1987) e pela sobreposição e subtração de imagens, concluíram que as limas de níquel-titânio provocaram significativamente menos transporte e mantiveram o canal mais centrado no terço apical.

COLEMAN & SVEC (1997) compararam os preparos decorrentes da técnica escalonada usando limas tipo K de aço inoxidável e níquel titânio em canais radiculares simulados curvos. Foram produzidas imagens computadorizadas, sendo que os blocos foram também seccionados em três níveis: 1 a 2mm do forame, na metade da curvatura e porção cervical. Os resultados mostraram que as limas de níquel-titânio causaram significativamente menos transporte e deixaram o canal mais centrado na porção apical. Utilizando da mesma metodologia de preparos, em dentes humanos, os resultados foram similares.

THOMPSON & DUMMER (1997a) avaliaram a capacidade dos instrumentos rotatórios ProFile 0.4 série 29 de níquel-titânio, no preparo de

canais radiculares simulados com curvatura, valendo-se da técnica escalonada no sentido cérvico-apical. Verificaram a eficiência dos instrumentos em termos de tempo, fratura, perda do comprimento de trabalho, obstrução e forma tridimensional do canal. Os resultados mostraram que o tempo necessário para o preparo do canal não foi influenciado significativamente pela forma do canal. Nenhum canal tornou-se obstruído com restos de resina e a perda da distância foi em média 0,5mm ou menos. As impressões da forma do canal demonstraram que os canais apresentavam um "batente apical" definido com paredes lisas e boa conicidade. Concluíram que o aludido instrumento preparou rapidamente canais simulados criando boa forma tridimensional.

THOMPSON & DUMMER (1997b) avaliaram a capacidade do instrumento Profile 0.4 série 29 em dar forma a canais radiculares simulados curvos, valendo-se da técnica cérvico-apical. Foram analisados vários fatores com forma: "zips", "danger zones", perfurações, "elbows" e degraus. Os resultados mostraram que nenhum "zip", perfuração ou "danger zones" foram observados, mas em 60% foram evidenciados degraus. A direção do transporte em curvaturas de 8mm ficou equilibrada entre a parte interna e externa, mas em curvaturas de 12mm foi mais para o lado externo. Foi removida a excessiva quantidade de resina do lado externo na parte apical da curvatura, sendo associada a degraus.

LOPES *et al.* (1997) avaliaram em molares inferiores com curvatura, por meio de radiografias, os deslocamentos apicais após a instrumentação do canal radicular com as limas: K-Flexofile, K-Flexofile Golden Mediums, Nitiflex e ProFile 0,04 série 29 acionadas a motor. Para o grupo I os dentes foram preparados convencionalmente até a lima nº 25 Flexofile, no grupo II a

instrumentação foi semelhante ao grupo I, porém intercalada com as limas Golden Medium de nº 12, nº 17 e nº 22, no grupo III preparados convencionalmente até o nº 25 com as limas Nitiflex e no grupo IV inicialmente preparados no sentido coroa-ápice com a lima Profile 0,04 de nº 5, nº 4 e nº 3 até 2/3 do comprimento de trabalho, a seguir, no sentido ápico-cervical até o instrumento nº 4 em toda a extensão do canal. As radiografias foram analisadas e os resultados mostraram que os deslocamentos apicais foram nulos com o emprego das limas de níquel-titânio acionadas a motor.

BISHOP & DUMMER (1997) compararam a eficiência do preparo do sistema de canais radiculares, utilizando limas manuais de níquel-titânio (Nitiflex) e de aço inoxidável (Flexofile), em canais simulados em blocos de resina. As imagens pré e pós-operatória foram processadas e analisadas no computador pela sobreposição. Os autores concluíram que as limas Nitiflex promoveram um preparo de melhor qualidade e melhor forma que as limas Flexofiles, apresentando um menor número de instrumento fraturados, zips, degraus e perfurações .

KAVANAGH & LUMLEY (1998) desenvolveram um modelo de dupla exposição radiográfica para verificar a manutenção da forma original, em canais curvos de molares humanos, preparados de três maneiras diferentes; grupo I, limas Profile 0,04 em sistema rotatório de 200 RPM e técnica cérvico-apical com a lima final apical nº 6 correspondendo ao instrumento ISO nº 35; no grupo II, preparadas com abridores de orifício, para facilitar o acesso coronário e instrumentos Profile 0,04 e 0,06, no grupo III, utilizando brocas de Gates-Glidden nº 2 a nº 4 e limas manuais Profile 0,02 do nº 2 ao nº 6. O transporte do canal foi avaliado na parte apical, média e cervical sendo que os resultados

mostraram que não houve diferenças significantes entre as técnicas, em qualquer nível analisado. Concluíram que o uso de limas com conicidade 0,06mm melhorou a forma do canal não aumentando o transporte.

BRYANT *et al.* (1998) avaliaram em canais simulados curvos a capacidade de modelagem dos instrumentos Profile de conicidade 0,04, em quatro diferentes ângulos e posições de curvatura, valendo-se da técnica cérvico-apical. Evidenciaram nove formações de "zips" e apenas um "degrau". O transporte foi em direção ao lado externo da curvatura, na porção apical e o canal permaneceu mais centrado na parte reta. Concluíram que o instrumento ProFile produz "zips" em grande quantidade.

THOMPSON & DUMMER (1998) determinaram a habilidade de modelagem dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio Mity Roto 360° (JS Dental Manufacturing, Ridgefield, CT, USA) e Naviflex® (Brasseler, Savannah, GA, USA) em canais simulados. Quarenta canais radiculares simulados, feitos de quatro formas diferentes em termos de ângulo e posição da curvatura, foram preparados por ambos os tipos de instrumentos. Este estudo descreveu a eficácia dos instrumentos em termos de prevalência das alterações morfológicas dos canais radiculares, a quantidade e direção de deslocamento do canal e a forma pós-operatória. Tanto os instrumentos Mity Roto 360°® quanto os Naviflex® não criaram qualquer zip ou ombro. Degraus foram produzidos em vinte canais radiculares preparados com instrumentos Mity® e em vinte nove canais preparados com instrumentos Naviflex®. De acordo com a metodologia utilizada, os autores concluíram que o deslocamento absoluto médio foi pequeno e foi abaixo de 0.1mm em todas as posições.

HECK & GARCIA (1999) realizaram avaliação radiográfica comparativa para verificar a presença de desvio no terço apical do canal radicular, no sentido mésiodistal, após o preparo com as limas manuais flexíveis K-Flexofile[®] (Maillefer, Dentsply, Suíça) e Flex-R[®] (Union Broach, USA) confeccionadas em aço inoxidável e Onyx-R[®] (Union Broach, USA) de liga de níquel-titânio e limas ProFile[®] série 29% (Tulsa Dental Products, USA) com conicidade 0,04mm/mm de NiTi acionadas a motor. Os autores utilizaram as raízes méso-vestibulares de quarenta dentes, primeiros e segundos molares superiores de humanos. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos da seguinte forma: Grupo I – canais preparados com limas K-Flexofile[®]; Grupo II – canais preparados com limas Flex-R[®]; Grupo III – canais preparados com limas Onyx-R[®] e Grupo IV – canais preparados com o sistema Profile[®] série 29% e conicidade 0,04mm. Diante da análise dos resultados obtidos e respeitando-se as variações oriundas de um trabalho, os autores concluíram que houve desvio apical em todos os grupos, e que o Grupo III (limas Onyx-R[®]) apresentou resultados melhores, estatisticamente significativos, que o Grupo I (limas K-Flexofile[®]).

BRYANT *et al.* (1999) determinaram a habilidade de modelagem de instrumentos rotatórios de níquel-titânio Profile[®] (Maillefer, Dentsply, Suíça) taper 0,04 e 0,06 em canais radiculares simulados. O total de quarenta canais radiculares simulados compostos de quatro diferentes formatos em relação à angulação e posição da curvatura foram preparados usando a técnica *crown-down* recomendada pelo fabricante. Fotografias pré-operatórias de cada canal radicular foram gravadas em discos ópticos utilizando um pacote de análise de imagens. Os canais simulados foram preparados e as fotografias pós-

operatórias foram sobrepostas as imagens originais. O uso combinado de instrumentos rotatórios ProFile® taper 0,04 e 0,06 foi rápido, eficaz e produziu boas modelagens do canal radicular, com exceção daqueles onde havia curvaturas curtas que se iniciavam próximas ao limite apical.

THOMPSON (2000) apresentou uma revisão de literatura das ligas de Níquel-Titânio utilizadas na Odontologia. De acordo com esta retrospectiva, as propriedades termodinâmicas dessa liga foram capazes de produzir um efeito de memória de forma, quando submetidas a um específico tratamento controlado pelo calor. A liga foi chamada de NiTinol, um acrônimo para os elementos dos quais o material era composto: “Ni” de níquel, “Ti” de titânio e “nol” pelo *Naval Ordinance Laboratory*. Nitinol é o nome dado a uma família de ligas de Níquel e Titânio que apresentam propriedades únicas de memória de forma e superelasticidade. Como esta liga apresenta uma grande resistência e um baixo módulo de elasticidade quando comparada ao aço inoxidável, constitui uma vantagem o uso de instrumentos de níquel-titânio durante o preparo de canais radiculares curvos, porque as limas não sofrerão deformações permanentes tão facilmente como ocorreria com as ligas tradicionais. A fabricação de instrumentos de Níquel-Titânio é mais complexa do que os de aço inoxidável. A composição do NiTinol usado na fabricação de instrumentos endodônticos é 56% de Níquel e 44% de Titânio. Embora apenas um fabricante (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) tenha liberado a completa composição e detalhes de fabricação dos instrumentos de Níquel-Titânio, o que aparenta é que esta é a única composição de liga que aproveita as propriedades de superelasticidade. É importante para os profissionais ficarem atentos para os aspectos da metalurgia da liga de níquel-titânio já que isto

confere características especiais a estes instrumentos que encorajam novas pesquisas e aumenta grandemente seu potencial para uso clínico. Os instrumentos endodônticos de NiTi são mais flexíveis do que os de aço inoxidável e apresentam habilidade de preparo dos canais radiculares com maior rapidez e sem a presença de aberrações, levando-se em conta importantes considerações tais como: um aumento no custo, diminuição da capacidade de corte durante o uso e a possibilidade de fabricação de instrumentos de vários *designs* e dimensões. Estas questões precisam ser levadas aos endodontistas para que estes façam uso dos instrumentos de NiTi com confiança.

PEREIRA (2000) avaliou o transporte apical decorrente da instrumentação de canais em blocos simulados, utilizando limas manuais de níquel-titânio Nitiflex com pontas ISO e Profile série 29. Com auxílio de uma plataforma, foi empregada a técnica da dupla exposição radiográfica para aferir a ocorrência e intensidade do transporte apical inicial e final entre os instrumentos. Após a análise das radiografias iniciais e finais, utilizando o programa Digora for Windows 1.51, o autor não observou diferenças, estatisticamente, significantes entre os dois grupos experimentais, com relação à intensidade incidência do transporte apical e alteração do comprimento de trabalho. Entretanto, o tempo médio despendido para o preparo dos canais do grupo Profile série 29 foi estatisticamente maior que o do grupo Nitiflex-ISO.

BERTRAND *et al.* (2001) avaliaram a variação da curvatura de molares utilizando instrumento Hero 642 rotatório em canais curvos. Os autores utilizaram vinte quatro molares inferiores, recentemente extraídos, os quais tinham raízes com curvaturas superiores a 20°. As raízes foram embebidas em

resina e seccionadas nos terços apical, médio e cervical divididas em dois grupos iguais. O primeiro grupo (controle) foi preparado utilizando instrumentos aço-inoxidável e técnica escalonada. O segundo grupo com instrumentos Hero 642 níquel-titânio de acordo com seqüência de instrumentação dada pelo fabricante. Para cada nível seccionado era avaliada a quantidade de dentina removida, a modelagem do canal e a manutenção do centro do canal. Os resultados mostraram nenhuma diferença estatística entre os critérios avaliados no terço cervical e médio. No terço apical o transporte foi, significativamente, maior com instrumentos aço-inoxidável do que com instrumentos Sistema Hero 642.

NISHIYAMA (2001) fez uma análise comparativa entre as técnicas de instrumentação mecânica rotatória Pow-R, empregando uma série de limas reduzida com Flare e sem auxílio das Flare. Com auxílio do método de dupla exposição radiográfica e das imagens digitalizadas dos canais, buscou-se analisar o ângulo de curvatura do instrumento antes e após a instrumentação, avaliar o deslocamento do centro do instrumento na porção apical após a instrumentação e observar a alteração da área da seção transversal proporcionada por cada uma das técnicas estudadas. O autor concluiu que não houve diferenças, estatisticamente, significantes entre os três grupos, quando à variação do ângulo e deslocamento do centro do instrumento na porção apical, após a instrumentação. Quanto à diferença na área de seção transversal, somente o sistema Quantec, sem auxílio da Flare, promoveu desgaste inferior no terço apical, não havendo diferenças na avaliação do terço apical.

HATA *et al.* (2002) compararam a capacidade de modelagem nos 5mm apicais entre as limas Profile rotatório, GT e Flex-R. Um total de cento e

sessenta canais simulados em blocos de resina com curvatura de 20° e 30° graus foram preparados por estes instrumentos. Utilizaram programa de análise de imagem computadorizada. As imagens pré e pós-instrumentação foram gravadas e arquivadas. Após a instrumentação, as imagens foram superpostas e a quantidade de material removido da parede curva interna e externa medida em cinco níveis apicais do canal. A 1mm, apical observou-se transporte mais freqüente na direção externa da curvatura do canal. No nível 2, a tendência do transporte foi na parede interna da curvatura do canal. Nos níveis 3, 4 e 5 quase todas as técnicas removeram mais material na porção interna da curvatura do canal.

CAMARGO *et al.* (2002) analisaram comparativamente as deformações e os desgastes produzidos nas paredes de canais radiculares curvos simulados, confeccionados em blocos de resina, após a sua instrumentação frente a quatro técnicas de preparo. Para a realização deste experimento utilizaram limas de níquel-titânio Quantec LX, Pow-R, ProFile e ProFile série 29 associadas a instrumentos de preparo cervical, as análises foram feitas através de uma técnica de digitalização de imagens, antes e após o preparo, as observações foram realizadas nos diferentes níveis dos canais radiculares curvos simulados: 1, 3, 5, 7, 12 e 16mm a partir do ápice radicular. Os autores concluíram que nenhum dos grupos experimentais estudados foi efetivo no completo preparo e alargamento dos canais radiculares curvos simulados.

PONTI *et al.* (2002) compararam a capacidade de modelagem de dois instrumentos rotatórios níquel-titânio na manutenção da forma do canal original. Os sistemas rotatórios comparados foram Profile níquel-titânio 0,06 série 29 e ProFile GT. Dez raízes mesiais de primeiro e segundo molares inferiores foram

divididos em dois grupos de acordo com o grau de curvatura e morfologia dos canais. Os espécimes foram embebidos em resina e, após a secagem, seccionados em cinco partes. Uma escolha aleatória foi realizada e os dentes foram identificados pela técnica e instrumentos que seriam utilizados. Um sistema de fotografia digital e um programa computadorizado foi utilizado, identificando a centralização dos canais por superposição de imagens e registrando as medidas antes e após a instrumentação. Os resultados mostraram que ambos os sistemas de instrumentação mantiveram o canal centrado, havendo, um desvio considerado mínimo.

VALOIS & COSTA-JÚNIOR (2003) avaliaram, radiograficamente, o deslocamento apical de canais radiculares curvos após a instrumentação automatizada, com o sistema Greater Taper[®] (Tulsa Dental Products, Dentsply, Oklahoma, EUA). Para isto, quarenta e cinco raízes mésovestibulares de molares superiores humanos, com canais radiculares apresentando curvatura entre 20° e 30°, foram incluídas em blocos de resina acrílica e distribuídas em três grupos iguais. Os grupos 1 e 2 foram instrumentados com o sistema mecânico-rotatórios ProFile[®] (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) e Greater Taper[®], respectivamente, e o grupo 3 com as limas manuais de aço inoxidável K-File[®] (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça). Radiografias foram realizadas pré e pós-instrumentação. O desvio apical do canal radicular foi quantificado num aumento de vinte oito vezes e por meio do uso de régua milimetrada. Os dados obtidos foram tratados, estatisticamente, pelo teste ANOVA, demonstrando não haver diferença significativa entre os grupos.

SCHÄFER & SCHLINGEMANN (2003) determinaram a eficiência de limpeza e habilidade de modelagem em canais radiculares com curvaturas

severas em dentes extraídos, preparados por instrumentos rotatórios de níquel-titânio K³® (Kerr, Division of Sybron, Orange, CA, EUA) comparados com limas manuais de aço inoxidável K-Flexofile® (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça). Um total de sessenta canais radiculares de molares superiores e inferiores com curvaturas em torno de 25° a 35° foram divididos em dois grupos iguais de canais. Baseados nas radiografias tiradas antes da instrumentação com o instrumento inicial inserido no interior do canal, os grupos foram balanceados em relação ao ângulo e ao raio da curvatura. Os canais foram preparados por instrumentos K³®, pela técnica *crown-down* e por limas K-Flexofile®, com movimentos de alargamento até a lima n^o 35. Após cada instrumento, o canal radicular foi irrigado com 5ml de solução de NaOCl a 2,5% e ao final da instrumentação uma nova irrigação com 5ml de soro fisiológico. Utilizando radiografias pré e pós-instrumentação, a correção (perda da curvatura) dos canais radiculares foi determinada por um programa computadorizado de análise de imagens. Após o corte longitudinal das raízes, a quantidade de debris e de lama dentinária foi quantificada com base em uma escala de avaliação numérica, usando um microscópio eletrônico de varredura. Sob as condições do estudo realizado, se por um lado as limas K-Flexofile® promoveram melhora significativa na remoção de debris do que os instrumentos K₃®, por outro lado, instrumentos K₃® mantiveram melhor a curvatura original.

PETERS *et al.* (2003) avaliaram o desempenho dos instrumentos de NiTi ProTaper® (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) na modelagem de canais radiculares em variadas geometrias pré-operatórias. Molares superiores humanos extraídos foram escaneados antes e após o preparo com ProTaper®

utilizando um microtomógrafo computadorizado a uma resolução de 36µm. Os canais foram reconstruídos tridimensionalmente e avaliados por volume, área de superfície, espessura, transporte e superfície preparada. Baseado em uma média de volume, os canais foram divididos em dois grupos: amplos e atrésicos. Comparações foram realizadas entre as raízes mésiovestibulares, distovestibulares e palatinas, assim como, entre canais amplos e atrésicos usando mensurações repetidas ANOVA e teste Scheffé. De acordo com os autores, os molares superiores foram preparados *in vitro* utilizando instrumentos ProTaper® sem maiores erros de procedimentos. Estes instrumentos podem ser mais eficazes no preparo de canais radiculares atrésicos do que nos mais amplos.

SCHÄFER *et al.* (2003) observaram que há uma correlação significativa entre as propriedades mecânicas e a área das seções retas transversais de diferentes instrumentos de NiTi acionados a motor.

IQBAL *et al.* (2004) usaram uma técnica radiográfica recentemente desenvolvida para comparar o transporte apical e a perda do comprimento de trabalho entre instrumentos rotatórios de NiTi ProFile® 0,06 série 29 (Tulsa Dental Products, Dentsply, Suíça) e ProTaper® (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça). Foram utilizados canais mésiovestibulares de quarenta molares inferiores extraídos. Estes foram aleatoriamente divididos em dois grupos. O Grupo 1 foi instrumentado com ProFile® e o Grupo 2 com ProTaper®, de acordo com as especificações do fabricante. Um aparato radiográfico especial construído com o sistema de radiografias digitais Schick® (Schick Technologies Inc., Long Island City, NY, USA) foi usado nas tomadas pré e pós-operatórias das amostras em angulações pré-determinadas, o eixo central dos

instrumentos iniciais e finais foram, radiograficamente, superpostos para determinar a perda do comprimento de trabalho e o grau de transporte do canal radicular em D₀, D₁, D₂ e D₄. Os dados foram analisados por mensurações repetidas ANOVA. Os resultados indicaram que tanto os instrumentos ProFile[®] e ProTaper[®] são similares na habilidade de promover alargamento do canal radicular com o mínimo de transporte e perda do comprimento de trabalho.

CALBERSON *et al.* (2004) determinaram a habilidade de modelagem de instrumentos de níquel-titânio ProTaper[®] (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) em canais radiculares simulados de resina. Quarenta canais com quatro diferentes formas em relação à angulação (20° e 40°) à posição da curvatura (seção reta antes da curvatura de 8 e 12mm) foram alargados de acordo com as especificações do fabricante com as limas de finalização F1, F2 e F3 no comprimento total de trabalho. Fotografias pré e pós-operatórias gravadas por uma câmera digital foram superpostas e as aberrações gravadas. As medidas foram tomadas em cinco diferentes pontos: No orifício de entrada; metade do caminho do orifício na porção reta; início da curvatura; ápice da curvatura; limite apical. Os instrumentos ProTaper[®] realizaram preparos de conicidade aceitável em todos os tipos de canal. Quando do uso de F2 e F3 em canais curvos, devem ser tomados cuidados para evitar uma retirada excessiva de material na curvatura interna, formando zonas de perigo. Em adição, cuidados também devem ser tomados para evitar deformação do instrumento F3.

AYAR & LOVE (2004) compararam a habilidade de modelagem dos instrumentos rotatórios de NiTi ProFile[®] 0,06 (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) e K³[®] 0,06 (Kerr, Division of Sybron, Orange, CA, EUA), quando usados em uma seqüência de pontas variadas em canais curvos simulados com

diferentes raios e curvaturas. Instrumentos ProFile® e K³® taper 0,06 foram usados no preparo de canais simulados com curvatura de 20° e 5mm de raio e com curvatura de 30° e 3mm de raio em blocos de resina. Todos os canais foram preparados até o limite apical com instrumento nº 40 a 0,5mm aquém do término do canal utilizando uma seqüência *crown-down* de pontas variadas. Imagens digitais pré e pós-instrumentação foram gravadas, a avaliação da forma do canal foi determinada por um programa computadorizado de análise de imagens. O material removido das paredes internas e externas do canal foi medido em vinte oito pontos distintos, iniciando-se a 0,5mm do limite apical e os dados foram comparados pelo teste U de Mann-Whitney. Dentro das limitações deste estudo, ambos os instrumentos rotatórios de NiTi realizaram preparos bem modelados com o mínimo de transporte.

VANNI *et al.* (2004) avaliaram o deslocamento apical produzido por diferentes instrumentos de níquel-titânio acionados a motor testando a hipótese de que os sistemas rotatórios que usam instrumentos de NiTi produzem valores médios de deslocamento apical menores que as limas manuais de aço inoxidável. Foram utilizados cem primeiros molares permanentes superiores, cujas raízes mésovestibulares foram separadas e incluídas em blocos de resina autopolimerizável. Os corpos de prova foram divididos aleatoriamente em cinco grupos com vinte blocos cada, e os canais radiculares preparados com instrumentos de NiTi: Grupo 1 – sistema Quantec 2000® (Analytic Endodontics, México, México); Grupo 2 – ProFile® 0,04 (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça); Grupo 3 – ProFile® série 29 0,04 (Tulsa Dental Products, Dentsply, Suíça); Grupo 4 – Pow-R® 0,02 (Union Broach, USA); e Grupo 5 – limas manuais K-FlexoFile® (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça). Todos os

canais radiculares foram submetidos a um preparo cervical prévio utilizando-se instrumentos Orifice Shaper[®] (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) n^{os} 1, 2, 3 e 4. Realizada a odontometria, o restante do canal radicular foi modelado a partir dos instrumentos de menor para o maior calibre de tal ordem que o instrumento final de preparo correspondeu ao n^o 9 para o Quantec[®], n^o 06 para o ProFile[®] série 29 e o n^o 35 para os demais grupos. Nos grupos de 1 a 4 foi utilizado motor elétrico com contra-ângulo de redução de 16:1 numa velocidade de 350 rpm. No grupo 5 o preparo foi realizado manualmente. A análise dos resultados (ANOVA), obtidos pela sobreposição radiográfica numa plataforma específica, demonstraram que todos os grupos apresentaram deslocamentos apicais, sendo que o menor valor médio foi verificado no grupo 4 e os maiores valores médios foram observados no grupo 2 e 3.

DUARTE *et al.* (2004) avaliaram a eficiência de dois sistemas rotatórios, Profile e K³ Endo, no preparo de canais curvos simulados. Vinte blocos com canais simulados, nos quais se confeccionou dois pontos de amálgama na parte externa do bloco. Realizou-se, então, uma radiografia pré-operatória com instrumento n^o 15. Posteriormente, os blocos foram divididos em dois grupos, em função do sistema empregado para instrumentação: Grupo I – Sistema ProFile; Grupo II – Sistema K³ Endo. Foi determinado o tempo de preparo em cada bloco. Após os preparos, foi introduzido um cone n^o 25 para verificação da qualidade do preparo em termos de dilatação e também realizou-se nova radiografia com um instrumento n^o 25 no comprimento de trabalho. As radiografias pré e pós-operatórias foram escaneadas e realizou-se a determinação do desvio no programa Digora. Os resultados mostraram que ambos os sistemas não propiciaram desvios na instrumentação. O preparo com

sistema K³ Endo foi significativamente mais rápido e mais eficiente que o sistema ProFile.

LEONARDI *et al.* (2004) compararam a ação e presença de deformações proporcionadas pela instrumentação com limas manuais Flexofile e dois sistemas rotatórios de limas endodônticas de níquel e titânio: o Sistema K³ (SDS Kerr) e o Sistema RaCe (FKG), sobre as paredes dos canais radiculares curvos simulados em blocos de resina. Foram utilizadas as técnicas manual e ultra-sônica de irrigação. Após a instrumentação, os blocos de resina foram digitalizados, analisados e estabelecidos escores. Aos resultados obtidos, foi aplicada a técnica estatística de Kruskal-Wallis, tendo sido observada semelhança entre as técnicas para o terço cervical ($p > 0,05$). A conclusão foi de que os melhores resultados foram obtidos com as duas técnicas de instrumentação rotatória associada a irrigação manual.

LOPES E SIQUEIRA (2004) afirmam que instrumentos do sistema ProTaper são fabricados por usinagem a partir de um fio metálico de níquel-titânio de seção reta transversal circular. O sistema ProTaper é constituído por dois tipos de instrumentos um denominado modelador e outro de acabamento. Apresentam conicidades variadas ao longo da haste helicoidal, permitindo que trabalhe em área específica do canal durante o preparo coroa-ápice. Apresentam seção reta transversal triangular convexa com três arestas de corte. A haste helicoidal apresenta em média dez hélices dispostas em forma de filetes. O ângulo agudo de inclinação da hélice é variável, 30° a 35°. A ponta do instrumento apresenta a figura de um cone circular e sua extremidade sem corte. Os instrumentos denominados modeladores apresentam conicidades crescentes progressivas no sentido de D₁₆, o que permite que preparem o

corpo do canal (terço cervical e médio). O instrumento modelador S1 apresenta diâmetro $D_0 = 0,17\text{mm}$, diâmetro $D_{16} = 1,2\text{mm}$, parte de trabalho = 16mm e conicidade crescente de 0,02 (D_1) a 0,11mm/mm (D_{16}). É usado para modelar o terço cervical , assegurando a patência do terço apical do canal. O instrumento modelador S2 apresenta diâmetro $D_0 = 0,20\text{mm}$, diâmetro $D_{16} = 1,2\text{mm}$, parte de trabalho = 16mm e conicidade crescente de 0,04 (D_1) a 0,115mm/mm (D_{16}). É usado para modelar o terço médio do canal e aumentar o volume da região apical com o objetivo de favorecer a utilização do instrumento de acabamento F1 em posição mais apical. Os instrumentos denominados de acabamento apresentam conicidades decrescentes no sentido de D_{16} , permitindo o preparo do terço apical do canal. O instrumento de acabamento F1 apresenta diâmetro $D_0 = 0,20\text{mm}$, diâmetro $D_{16} = 1,125\text{mm}$ parte de trabalho igual a 16mm e conicidade decrescente de 0,07(D_1) a 0,055mm/mm (D_{16}). O instrumento de acabamento F2 apresenta diâmetro $D_0 = 0,25\text{ mm}$, diâmetro $D_{16} = 1,20\text{mm}$ parte de trabalho = 16mm e conicidade decrescente de 0,08 (D_1) a 0,04mm/mm (D_{16}). O instrumento de acabamento F3 apresenta diâmetro $D_0 = 0,30\text{mm}$, diâmetro $D_{16} = 1,20\text{mm}$, parte de trabalho igual a 16mm e conicidade decrescente de 0,09mm a 0,05mm/mm (D_{16}). A conicidade decrescente em direção de D_{16} aumenta a flexibilidade destes instrumentos. Os instrumentos ProTaper, comercialmente, são oferecidos em duas versões instrumentos acionados a motor e instrumentos manuais.

Segundo LOPES E SIQUEIRA (2004), os instrumentos endodônticos de NiTi devem ser empregados com movimento de alargamento durante o preparo de canais radiculares. O alargamento é um processo mecânico de usinagem

destinado a aumentar por meio do desgaste o diâmetro de um furo cônico ou cilíndrico preexistente. O alargamento consiste no deslocamento (movimento de avanço) e de giro (movimento de rotação) do alargador no interior de um canal (furo). Para que ocorra o alargamento é necessário que o instrumento trabalhe justo no interior do canal, ou seja, o diâmetro do instrumento deve ser maior que o do canal. Em endodontia, o alargamento de um canal pode ser realizado por um instrumento endodôntico por meio de rotação contínua à direita ou de rotação alternada à direita e à esquerda. O movimento de alargamento com rotação contínua é obtido por meio dos instrumentos endodônticos acionados a motor, com as seguintes manobras: avanço rotação contínua à direita e tração. A velocidade do movimento de avanço deve ser igual ou menor do que a velocidade do movimento de corte, para evitar a imobilização do instrumento no interior do canal. A mobilização reduz a incidência de fratura por torção do instrumento. O movimento de alargamento com rotação alternada é obtido por instrumentos endodônticos (limas) tipo K, com as seguintes manobras: avanço, rotação parcial à direita e à esquerda. Com avanço e rotação simultânea parcial à direita, o instrumento corta a parede do canal. Mantendo-se o instrumento no mesmo ponto e, em seguida efetuando-se uma rotação parcial à esquerda há a remoção do material da parede do canal.

LOPES *et al.* (2005) avaliaram a flexibilidade em cantilever de instrumentos de NiTi acionados a motor, de mesmo número (diâmetro nominal) de três diferentes marcas comerciais. Os resultados obtidos indicaram que os instrumentos da marca comercial ProTaper são mais rígidos (menos flexíveis) do que os ProFile e K³ em todos os números ensaiados.

PAQUÉ *et al.* (2005) compararam vários tipos de preparo do canal radicular utilizando os instrumentos rotatórios de NiTi RaCe[®] (FKG Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suíça) e ProTaper[®] (Maillefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça). Quinze molares inferiores extraídos, com canais radiculares mesiais de curvatura entre 20° e 40°, foram embebidos em um sistema de mufla. Todos os canais radiculares foram preparados por instrumentos rotatórios RaCe[®] ou ProTaper[®] nº 30 em motores de baixo torque com controle de torque e velocidade constante de 300 rpm. Em ambos os grupos foram realizadas irrigações com 2 ml de NaOCL a 3% após cada troca de instrumento. *Calsinasi-Slide* (lege artis, Dettenhausen, Alemanha) foi usado como agente quelante a cada troca de instrumento. Os seguintes parâmetros foram avaliados: correção de canais curvos, secção transversal do canal radicular pós-preparo, questões de segurança e tempo de trabalho. A limpeza das paredes dos canais radiculares foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura tendo como índice de contagem o valor 5 (limpeza completa) para debris e *smear layer*. A análise estatística foi realizada utilizando dos seguintes testes: Wilcoxon a correção dos canais e tempo de trabalho ($p > 0,05$); teste exato de Fisher para comparação da seção transversal e da limpeza do canal radicular ($p > 0,05$). Ambos os sistemas de NiTi mantiveram bem a curvatura original. No preparo com a utilização dos instrumentos RaCe[®], 49% dos canais radiculares apresentaram diâmetro arredondados ou ovalados e 50% de diâmetros irregulares. O preparo dos canais radiculares com os instrumentos ProTaper[®] resultou em diâmetros arredondados ou ovalados em 50% dos casos. Para debris, os instrumentos RaCe[®] e Pro Taper[®] obtiveram 47% e 49% de pontuações de 1 e 2 respectivamente não havendo diferença significativa.

Para a *smear layer*, RaCe[®] e ProTaper[®] obtiveram 51% e 33% de pontuação 1 e 2 respectivamente. Nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada no terço cervical e médio dos canais radiculares, mas o sistema RaCe[®] apresentou uma performance significativamente melhor no terço apical. Houve perda de comprimento de trabalho em duas raízes com os instrumentos RaCe[®], enquanto o preparo com ProTaper[®] resultou em perda do comprimento de trabalho em duas raízes e uma fratura de instrumento. O tempo de trabalho foi menor para ProTaper[®] (90,9s) do que para o RaCe[®] (137,6s) e, esta diferença foi significativa (teste de Wilcoxon, P = 0,011). Ambos os sistemas respeitaram a curvatura original do canal radicular e foram seguros para o uso, porém a limpeza não foi satisfatória em ambos os sistemas.

YOSHIMINE *et al.* (2005) compararam a forma do preparo de canais simulados em blocos de resina com dupla curvatura empregando três tipos de instrumentos de NiTi acionados a motor, ProTaper, K³ e Race. Os resultados obtidos sugeriram que os instrumentos K³ e Race em virtude da menor conicidade e maior flexibilidade, devem ser usados no preparo apical de canais com curvaturas complicadas. Os instrumentos ProTaper devem se usados em combinação com outros com menor conicidade e mais flexíveis para evitar a transposição apical em canais com curvaturas severas.

RANGEL *et al.* (2005) estudaram a influência dos instrumentos de NiTi acionados a motor, Race no preparo dos canais simulados em blocos de acrílico. De acordo com os resultados obtidos concluíram que o preparo foi rápido, com pequenas mudanças em relação ao comprimento de trabalho com poucos instrumentos deformados plasticamente e nenhuma fratura.

LOPES *et al.* (2006) realizaram um estudo crítico da geometria das hastes helicoidais de instrumentos endodônticos de NiTi acionados a motor. A conclusão deste trabalho mostrou que os instrumentos endodônticos de NiTi acionados a motor apresentaram: hastes helicoidais com valores variáveis em relação a geometria; seções retas transversais com diferentes formas e áreas, e ângulos de ataque negativos.

PROPOSIÇÃO

O presente trabalho tem como propósito avaliar se o acionamento a motor ou manual de instrumentos de NiTi de mesma geometria tem influência no deslocamento do preparo apical de canais artificiais curvos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram empregados neste estudo vinte blocos transparentes CS-20 (P-Oclusal – São Paulo, SP, Brasil), confeccionados em resina epóxi, contendo canais artificiais com valores nominais de $18 \pm 0,2$ mm de comprimento estabelecido a partir do orifício de entrada situado no topo do bloco até a porção terminal do canal e diâmetro de $0,15 \pm 0,02$ mm. As porções retilínea e curva dos canais artificiais possuíam, em média, respectivamente, 10 e 8mm. A média dos raios de curvatura dos canais foi de 10mm.

Os blocos são produzidos em moldes de aço, por processo de fundição por gravidade. O controle de qualidade é realizado através da inspeção individual de cada bloco, onde são avaliadas as principais características: curvatura do canal, transparência, cor e aspecto da superfície externa do bloco.

A microdureza Knoop de dois blocos de resina empregados na confecção dos canais simulados foi determinada com auxílio de um microdurômetro digital Buehler modelo 2003 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), em cinco pontos de cada bloco (distância de 2mm), com carga aplicada de 10gf, durante 15 segundos.

A exploração inicial dos canais artificiais foi realizada com limas de aço inoxidável tipo K nº 10 e nº 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), que foram levadas até o comprimento de trabalho (CT), que coincidia com o término do canal de 18mm medidos por um régua endodôntica milimetrada (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). O movimento utilizado foi de alargamento com rotação alternada. Cursores de borracha foram ajustados no CT antes da utilização dos instrumentos.

A seguir, os vinte canais artificiais foram preenchidos por um material de moldagem de impressão chamado Honigum (DMG, Hamburg, Alemanha) de cor azul. Foi levado ao canal através de uma seringa de moldagem Anthogyr (Anthogyr, Sallanches, França).

Depois de preenchidos, os canais artificiais foram escaneados pelo *scanner HP scanet 3570c* (Hewlett Packard, Palo Alto, Ca, EUA) sempre na mesma posição.

A seguir, o material de moldagem foi removido e os canais artificiais foram divididos em dois grupos:

Grupo A: dez canais artificiais preparados por instrumentos de níquel-titânio (NiTi) acionados a motor da marca Protaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Neste grupo, a seqüência do preparo dos canais artificiais foi iniciada com os instrumentos modeladores S1 e S2 e, a seguir, com os instrumentos de acabamento F1, F2 e F3. Os instrumentos foram montados em contra-ângulo E6AR (NSK, Tokyo, Japão) com redução de velocidade de 64:1, acoplado a um motor elétrico Moyco Union Broach (Union Broach, York, Pennsylvania, EUA). A velocidade nominal de giro foi de 300 rpm e o torque de 1N.cm.

O preparo dos canais artificiais foi no sentido coroa-ápice, empregando-se o movimento de alargamento com rotação contínua à direita com avanços e retrocessos de 0,5 a 2,0mm em direção apical até alcançar o CT (18mm).

Os blocos de resina foram imobilizados por um torno mecânico (Tramontina, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil) com a porção apical curva voltada para a base do torno (face inferior) .

Durante a instrumentação, o conjunto-instrumento endodôntico/bloco de resina - era copiosamente irrigado com água gelada por meio de uma seringa plástica de 10mL e agulha hipodérmica 25:08.

A cada troca de instrumento, durante o preparo, o canal artificial era irrigado com água por meio de uma seringa plástica de 5 mL e agulha Navitip de 0,30mm de diâmetro externo (Ultradent Products, Inc, South Jordan, Utah, EUA). A seguir, uma lima de aço inoxidável de nº 10 com 21mm de comprimento era repassada em toda extensão do canal seguida de nova irrigação com 5mL de água. Na seqüência de instrumentação, os canais eram preenchidos com uma solução química lubrificante (glicerina).

Grupo B: 10 canais foram preparados por instrumentos de NiTi manuais ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) empregando-se o movimento de alargamento com rotação alternada. A seqüência dos instrumentos endodônticos e os demais procedimentos foram os mesmos empregados para os instrumentos acionados a motor (grupo A).

Para os dois grupos, após o preparo de cinco amostras os instrumentos eram substituídos por novos e, a cada troca de instrumento, eles foram limpos por gaze e verificados.

Após instrumentados, os dois grupos foram moldados por outro material de moldagem de impressão Printer (Intervital, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) de cor amarela e introduzido no canal pela mesma seringa de moldagem Anthogyr (Anthogyr, Sallanches, França).

A seguir, os canais artificiais foram escaneados pelo *scanner HP scanet 3570c* (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, EUA) , obedecendo à mesma posição do primeiro escaneamento. As imagens obtidas foram armazenadas em um

microcomputador Satellite M45-S359 (Toshiba, Shanghai, China), em seguida, as imagens iniciais foram sobrepostas as imagens finais e depois trabalhadas (ver imagens na Figura 1 e esquema na Figura 2) pelo programa *Adobe Photoshop* 6.0. Através do *software Image Tool* versão 1.27 (desenvolvido no Centro de Ciência e Saúde da Universidade do Texas – San Antonio – USA) as imagens foram medidas através do sistema de cálculo de distância linear em milímetros no limite apical do canal artificial (zero mm). Ver Figura 3.

Primeiramente, calibrou-se a unidade de medida do programa de pixel para milímetros, em seguida, o cursor do *mouse* foi posicionado no ponto de zero mm no ápice, na linha mais externa do canal instrumentado até a linha mais interna do canal instrumentado e arrastado. A distância entre esses dois pontos é automaticamente calculada pelo próprio programa, cuja medida era exibida na tela do monitor em frações de 0,01mm. Foram feitas três mensurações para cada avaliação e, em seguida, da média de cada amostra foi subtraído o valor de 0,30mm correspondente ao diâmetro em D_0 do instrumento ProTaper F3. Valores superiores a 0,30mm foram considerados como deslocamento do preparo apical de canais artificiais curvos. Os valores médios das amostras de cada grupo foram submetidos aos testes estatísticos.

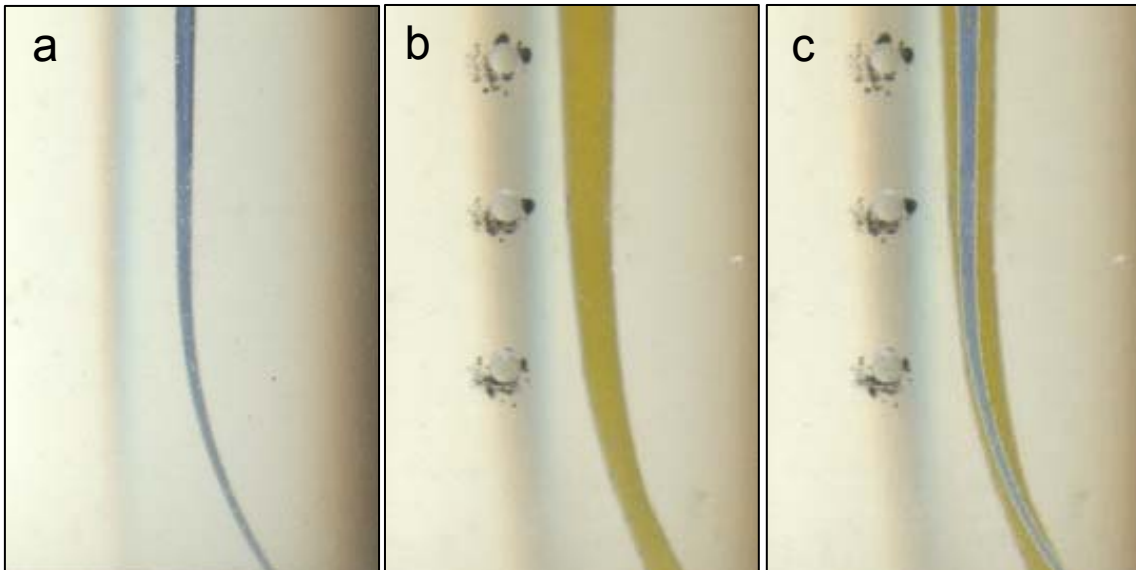


Figura 1: (a): bloco escaneado antes da instrumentação. (b): bloco escaneado após a instrumentação. (c): imagens escaneadas sobrepostas. Figuras representativas.

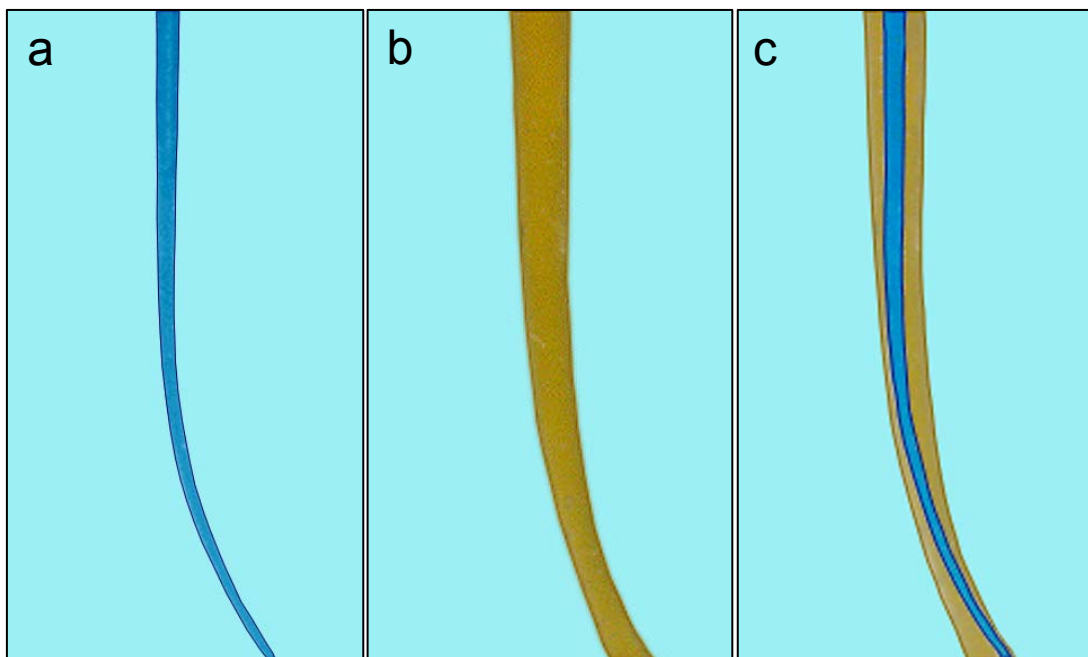


Figura 2: (a): imagem canal artificial antes da instrumentação. (b): imagem canal artificial após a instrumentação. (c): imagens sobrepostas. Figuras representativas.

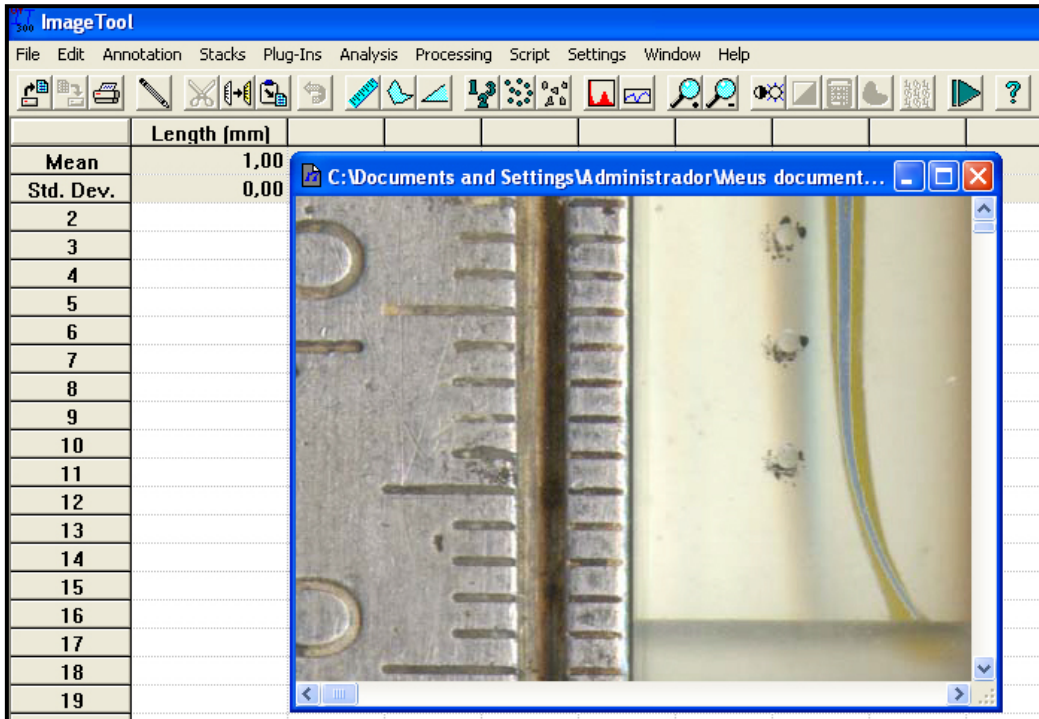


Figura 3: Interface do software Image Tool no momento da realização das medidas. Figura representativa.

RESULTADOS

A média da microdureza (Knoop) de cada bloco foi de 16,90HK (bloco1) e de 17,20HK (bloco 2). A média da microdureza dos blocos foi de 17,05HK.

Os dados originais de mensuração dos preparos no ponto de zero mm do ápice dos canais artificiais curvos promovidos pelos instrumentos de NiTi, ProTaper acionados a motor com movimento de alargamento contínuo e pelos instrumentos ProTaper manuais, com movimento de alargamento alternado estão registrados nas Tabelas 1 e 2 e Figura 4.

Tabela 1: Mensuração em milímetros do preparo no ponto zero mm do ápice do canal artificial curvo.

Amostra	Grupo A	Grupo B
1	0,53	0,77
2	0,77	0,32
3	0,33	0,62
4	0,7	0,53
5	0,7	0,53
6	0,38	0,48
7	0,58	0,33
8	0,18	0,34
9	0,46	0,5
10	0,36	0,49

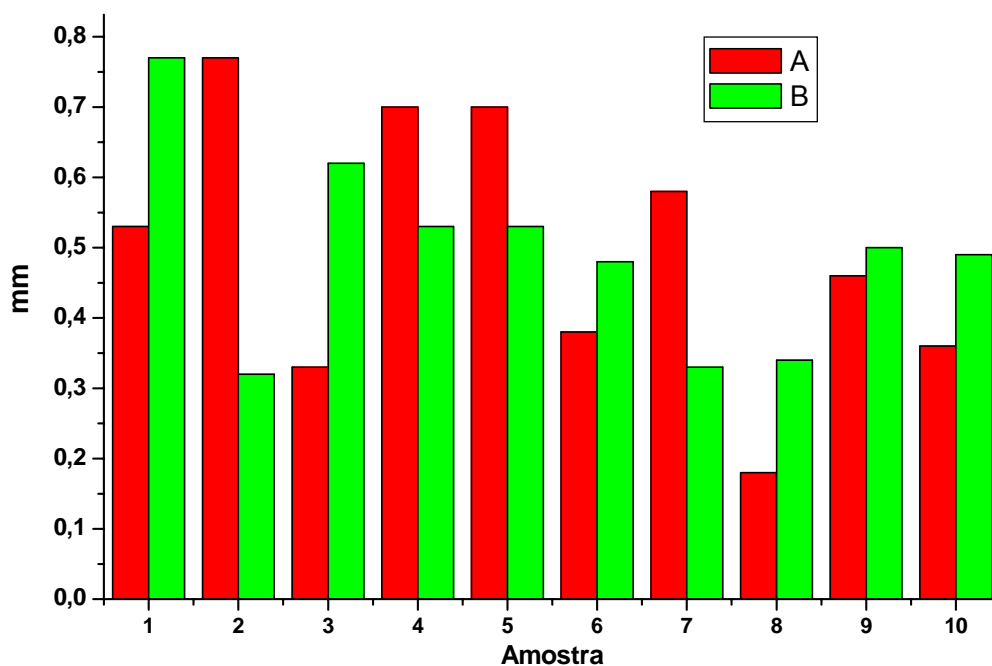


Figura 4: Valores em milímetros das medidas de cada amostra nos dois grupos.

Tabela 2: Média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo relativo do deslocamento apical (mm).

Grupo	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
A	0,499	± 0,19064	0,18	0,77
B	0,491	± 0,13972	0,32	0,77

Os resultados dos dados coletados deste estudo registram que ocorreu deslocamento do preparo apical em todas as amostras dos grupos avaliados.

Os dados relativos à distribuição dos valores em cada grupo encontra-se expressos na Figura 5 (média, desvio-padrão, valores máximos e mínimos).

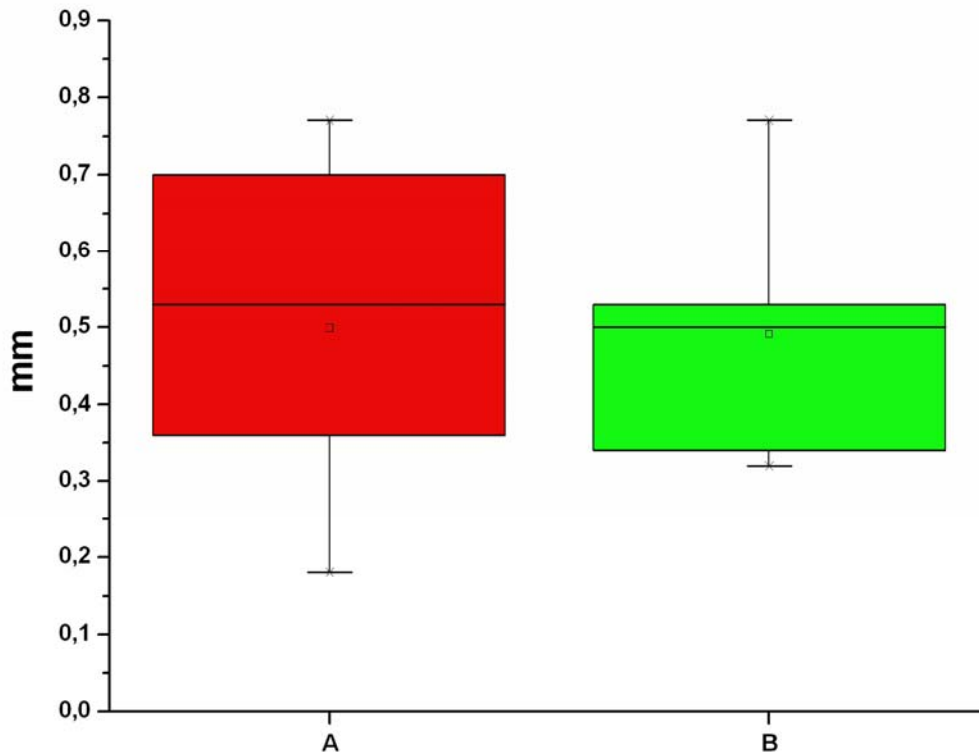


Figura 5: Distribuição dos valores por grupo (média, desvio-padrão, valores máximos e mínimos).

Para avaliação estatística dos dados referentes ao deslocamento apical, o teste-t paramétrico de *Student* foi utilizado para as amostras pareadas. O nível de significância adotado nas comparações foi de 95% ($p < 0,05$) e o software Origin 6,0 (Microcal Software, Inc., Northampton, MA, EUA) foi usado como ferramenta estatística.

Após a análise estatística dos dados, o teste-t revelou um valor de $t = 0,10545$ e $p = 0,91833$, não havendo portanto diferenças significativas entre os grupos testados ($p \geq 0,05$).

De acordo com a classificação de CIMIS *et al.* (1988) neste trabalho, os deslocamentos apicais foram considerados como suaves ($\leq 0,25$), moderados ($> 0,25\text{mm}$ e $\leq 0,5\text{mm}$) e severos ($> 0,5\text{mm}$). A Tabela 3 representa

a distribuição quantitativa (nº de amostras) do deslocamento apical nas amostras do estudo.

Tabela 3. Distribuição quantitativa das amostras, quando ao deslocamento apical nos grupos A e B, seguindo a classificação de CIMIS *et al.* (1988).

Grupo	Ausente	Suave	Moderado	Severo	Total
A	–	1	4	5	10
B	–	–	6	4	10

DISCUSSÃO

Este estudo buscou avaliar a influência de instrumentos de NiTi de mesma geometria acionados a motor e manualmente, no deslocamento apical de canais artificiais curvos. Diversos fatores podem influenciar o deslocamento apical do preparo, sendo assim, é necessário padronizar e eliminar diferentes variáveis que possam interferir nos resultados.

Muitas pesquisas, avaliando a modelagem dos canais radiculares, utilizam canais artificiais fabricados em blocos de resina. A vantagem destes canais artificiais é sua feitura em tamanho, forma e curvatura padronizada, permitindo uma melhor visualização, no momento da instrumentação, por serem transparentes.

WEINE *et al.* (1975) foram os primeiros autores a utilizarem os blocos de resina com canais artificiais para fins de pesquisa no campo da endodontia. Mesmo sendo a resina empregada com dureza inferior à dentina, esses autores puderam observar que o processo de instrumentação foi conduzido de forma bastante similar àquela processada em dentes humanos. Durante a realização do nosso estudo, constatamos as observações dos autores acima.

Trabalhos que utilizaram dentes extraídos em diferentes metodologias de pesquisa buscam alguma forma de padronização (NISHIYAMA, 2001; SCHNEIDER, 1971), no entanto desconsideram variáveis importantes nos testes comparativos. Segundo PEREIRA (2000), ao utilizarmos canais em dentes humanos, verificamos a enorme diversidade de forma, extensão, volume e direção dos mesmos, o que dificulta o controle e representa variáveis que podem influenciar a interpretação dos resultados.

A microdureza dentinária da porção coronária é diferente da porção radicular HODGE & McKAY (1933). Segundo CRAIG *et al.* (1959) a microdureza dentinária próxima à polpa é de cerca de 35HK. Entretanto, segundo estudos de WEINE *et al.* (1976), a microdureza do bloco de resina utilizado é de 22HK. Em nosso estudo, a média da microdureza Knoop dos blocos de resina avaliados foi de 17,05HK.

Apesar da resina empregada possuir uma dureza menor à da dentina, preferimos sua utilização na confecção de canais artificiais, pois permitem padronizar o comprimento, raio de curvatura, diâmetro, comprimento do arco e dureza facilitando, pela transparência, a análise do deslocamento do instrumento na porção apical após a instrumentação. Os canais artificiais confeccionados em resina representam um método de grande valia para observação do processo de instrumentação (ESPÓSITO & CUNNINGHAM, 1995; HATA, 2002; LIM & WEBER, 1985a; PERTOT *et al.*, 1995).

Entretanto, segundo KUM *et al.* (2000), os blocos de resina não são considerados modelos ideais, quando utilizamos para estudo de instrumentação rotatória, pois não são cortados da mesma maneira que a dentina. Muitos instrumentos rotatórios não apresentam fio de corte agudo, assim removem a dentina por ruptura (lascas). Esse efeito de ruptura na resina é desconhecido, porém o aquecimento gerado pode, ocasionalmente, plastificar a resina.

Segundo LIM & WEBBER (1985a); o preparo dos canais artificiais, utilizando instrumentos rotatórios ou ultra-sônicos, pode gerar calor e, conseqüentemente, plastificar os blocos de resina, resultando em alteração na forma do canal. Porém, isto parece improvável, pois o aumento da temperatura

é momentâneo e a constante irrigação, durante a instrumentação, provocaria um efeito refrigerador.

Durante a instrumentação dos canais artificiais, utilizamos a irrigação com água resfriada com pedras de gelo, e pudemos constatar que a plastificação dos blocos de resina não ocorreu.

Por apresentar maior dureza que a resina utilizada na confecção dos blocos, (BAUMGARTNER *et al.*, 1992; SCHAFER, 1996) consideraram que o transporte apical seja menor em dentes humanos, já, LIM & WEBBER (1985a); COLEMAN & SVEC (1997) salientaram que as alterações observadas foram quantitativa e qualitativamente similares, tanto em canais de dentes humanos quanto em canais em resina.

Diante da dificuldade de separar dentes extraídos de humanos, com características semelhantes para um estudo comparativo, optamos por empregar os canais artificiais em face das referências favoráveis a este modelo experimental comprovados na literatura revisada. Principalmente, porque muitos trabalhos também utilizaram blocos de resina para avaliação da instrumentação de canais com instrumentos endodônticos fabricados em NiTi (BISHOP & DUMMER, 1997; CALBERSON *et al.*, 2004; RANGEL *et al.*, 2005; YOSHIMINE *et al.*, 2005).

Os resultados dos estudos, utilizando canais artificiais devem ser adequadamente interpretados sendo que a extrapolação para os dentes humanos deve ser cautelosa (BISHOP & DUMMER, 1997; BRYANT *et al.* 1998a; BRYANT *et al.*, 1998b).

A liga metálica do instrumento usada neste trabalho foi de níquel-titânio e não de aço inoxidável.

Considerando o aspecto da liga metálica, os relatos da literatura revisada, apontam para o fato de os instrumentos de aço inoxidável apresentarem um desempenho inferior aos de NiTi quando avaliamos a manutenção da forma original de canais (BERTRAND *et al.*, 2001; SCHAFER e SCHLINGERMANN, 2003; SERENE *et al.*, 1995; ESPÓSITO & CUNNINGHAM, 1995; LOPES *et al.*, 1997). Este comportamento pode ser atribuído à maior resistência da deformação do instrumento de aço inoxidável que tende a manter sua forma retilínea original com carregamentos elásticos. Os instrumentos de NiTi, por terem menor módulo de elasticidade, são deformados elasticamente com níveis inferiores de tensão e acompanham a curvatura do canal durante a instrumentação. As limas de NiTi apresentam flexibilidade 500% maior que as de aço inoxidável LOPES *et al.* (1997).

Devido a grande utilização na prática de Endodontia de instrumento endodôntico de NiTi selecionamos para este estudo o sistema ProTaper, acionado a motor e manual. Sendo produzidos pelo mesmo fabricante, possuem características geométricas idênticas, com seção reta transversal, número de arestas de corte, formato da ponta, comprimento da parte de trabalho, número das hélices, diâmetros e conicidades ao longo da haste helicoidal, e ângulo das hélices segundo LOPES & SIQUEIRA (2004). Assim buscamos com essa seleção a máxima padronização e uniformização dos instrumentos empregados nesse estudo.

O movimento empregado nos instrumentos ProTaper foi o de alargamento com rotação contínua para os acionados a motor e o de alargamento com rotação alternada para instrumentos manuais.

No movimento de alargamento contínuo ou alternado, os instrumentos endodônticos devem se empregados no regime elástico. Conseqüentemente, no preparo de canais curvos devemos empregar instrumentos de maior flexibilidade, ou seja, instrumentos de NiTi devido a sua superelasticidade LOPES & SIQUEIRA (2004).

A técnica de preparo por nós utilizada para a avaliação do comportamento mecânico dos instrumentos do sistema Protaper acionados a motor e manual foi a coroa-ápice desenvolvida, em 1980, por MARSHALL & PAPPIN (1980).

O alargamento prévio do corpo do canal permite que, durante o preparo do segmento apical, somente a região de menor diâmetro do instrumento mantenha contato com a parede do canal radicular, submetendo o instrumento a um menor carregamento, o que diminui o esforço de corte e o risco de fratura por torção LOPES & SIQUEIRA jr (2004). Isso possibilita uma instrumentação que favorece a manutenção da anatomia original do canal na sua porção mais curva (HATA *et al.*, 2002; ROANE *et al.*, 1985, ALODEH & DUMMER, 1989; SHAFER, 1996).

O preparo cervical do canal foi realizado com instrumentos denominados modeladores S1 e S2. A seguir, os instrumentos de acabamento F1, F2 e F3 foram empregados em ordem crescente de diâmetros até a porção terminal do canal artificial.

Independente do seu diâmetro e de sua conicidade os instrumentos utilizados no trabalho foram descartados, após seu uso na instrumentação de cinco canais artificiais (DUMMER *et al.*, 1991; HATA *et al.*, 2002). Alguns autores sugeriram que o descarte dos instrumentos fosse feito após seu uso

em dois canais (LIM & WEBBER, 1985a; LOPES *et al.*, 1997) ou até mesmo em único canal artificial SHAFER & FLOREK (2003). Parece-nos desnecessários esses procedimentos, pelo fato de a resina apresentar microdureza inferior à dentina, resultando menor desgaste das arestas de corte das hastes helicoidais dos instrumentos.

Durante a instrumentação, optamos pelo uso de água como solução irrigadora associada ao uso de um lubrificante hidrossolúvel (BRYANT *et al.*, 1999; THOMPSON & DUMMER, 1997a; THOMPSON & DUMMER, 1997b). Para evitarmos a plastificação da resina durante a instrumentação, com instrumento acionado a motor, utilizamos pedra de gelo para resfriar a água. A glicerina por ser facilmente hidrossolúvel foi o material de escolha com finalidade de lubrificar o canal artificial para amenizar o atrito e a geração de calor.

A padronização dos canais artificiais, das características geométricas dos instrumentos, da técnica de instrumentação, do movimento de alargamento e da irrigação empregada teve como objetivo eliminar as variáveis que poderiam interferir nos resultados desse estudo. Assim sendo, essa padronização permitiu a comparação do comportamento de instrumentos de NiTi acionados a motor e manual na manutenção da forma do segmento apical de canais artificiais curvos.

Na mensuração de valores correspondentes a presença ou não de deslocamento apical de canais naturais ou artificiais, vários trabalhos sugerem o uso de radiografias (LIM & WEBBER, 1985b; ESPÓSITO & CUNNINGHAM, 1995; LOPES *et al.* 1997; HECK & GARCIA, 1999; VALOIS & COSTA Jr, 2003; VANNI *et al.*, 2004). Todavia, o emprego de imagens computadorizadas tem

sido muito usado nos últimos tempos (CAMARGO *et al.*, 2002; PONTI *et al.*, 2002; HATA *et al.*, 2002; PETERS *et al.*, 2003; LEONARDI *et al.*, 2004; DUARTE *et al.*, 2004; AYAR & LOVE, 2004; CALBERSON *et al.*, 2004; YOSHIMINE *et al.*, 2005).

Neste trabalho, os blocos de resina contendo os canais artificiais, antes e após o preparo, foram escaneados e as imagens transferidas para um computador. O programa utilizado para mensuração do deslocamento apical foi o Image Tool versão 1.27. Antes e após o preparo, os canais artificiais foram preenchidos com silicona de impressão (colorida). O preenchimento dos canais com silicona permitiu a captura de imagens com delineamento bem definido o que favoreceu a mensuração dos valores em milímetros do preparo apical. O uso de silicona no preenchimento de canais e o escaneamento de amostras também são citados por (GOLDMAN *et al.*, 1989; THOMPSON & DUMMER, 1997a; PETERS *et al.*, 2003; LEONARDI *et al.*, 2004).

O preparo apical torna-se mais difícil na presença de curvatura entre outras variáveis anatômicas (BRYANT *et al.*, 1999; LOPES *et al.*, 1997; PERTOT *et al.*, 1995). Este preparo ainda está vinculado à flexibilidade dos instrumentos (LOPES *et al.*, 1997; WALIA *et al.*, 1988; ESPÓSITO & CUNNINGHAM 1995; GLOSSON *et al.*, 1995; LOPES *et al.*, 2005), ao seu desenho (CAMARGO *et al.*, 2002; ESPÓSITO & CUNNINGHAM, 1995; THOMPSON & DUMMER 1997a; THOMPSON & DUMMER, 1997b) ao movimento (ROANE *et al.*, 1985; LOPES *et al.*, 1997; SOUTHARD *et al.*, 1987; LOPES & SIQUEIRA, 2004) e a técnica empregada (ROANE *et al.*, 1985; SOUTHARD *et al.*, 1987; HATA *et al.*, 2002). Dentro do aspecto técnico, o diâmetro do último instrumento utilizado no comprimento de trabalho também é

um fator determinante para a manutenção da anatomia apical, o aumento do diâmetro diminui sua flexibilidade e tende a aumentar o deslocamento apical (SOUTHARD *et al.*, 1987; YOSHIMINE *et al.*, 2005).

Neste trabalho, todos os canais artificiais instrumentados apresentaram deslocamento do preparo apical. Quanto a intensidade do deslocamento apical, no grupo A em 50% das amostras, foram considerados severo, enquanto que no grupo B 40% das amostras revelaram deslocamentos apicais severos.

O deslocamento apical em todas as amostras foram a expensas de paredes externas do segmento apical curvo. Corroboram essa afirmação, (THOMPSON & DUMMER, 1997b; BRYANT *et al.*, 1998; HATA *et al.*, 2002).

A eficiência em manter a forma original de canais curvos, após o preparo com diferentes instrumentos de NiTi acionados a motor e manual, tem sido relatada em vários trabalhos (PONTI *et al.*, 2002; IQBAL *et al.*, 2004; AYAR & LOVE, 2004). Todavia, em nosso trabalho, o sistema ProTaper provocou deslocamento apical em todas as amostras dos dois grupos avaliados. Este resultado pode ser explicado em razão da menor flexibilidade LOPES *et al.* (2005), da conicidade variada ao longo da haste helicoidal (LOPES & SIQUEIRA, 2004; YOSHIMINE *et al.*, 2005) e da forma e da área da seção reta transversal. (SCHAFER *et al.*, 2003; LOPES *et al.*, 2006) apresentada pelos instrumentos do sistema ProTaper em relação a outros sistemas.

Para LOPES *et al.* (2005), os instrumentos Protaper são mais rígidos (menos flexíveis) do que o Profile e K³ em todos os números ensaiados.

Para YOSHIMINE *et al.* (2005), os instrumentos ProTaper devem ser usados em combinação com outros com menor conicidade e mais flexíveis para evitar a transposição apical em canais com curvaturas severas.

Para SCHAFER *et al.* (2003), existe uma correlação entre as propriedades mecânicas e a forma e a área das seções retas transversais de diferentes instrumentos de NiTi acionados a motor.

Para LOPES *et al.* (2006), os instrumentos acionados a motor apresentam seções retas transversais de suas hastes helicoidais com geometrias diferentes. Os instrumentos ProTaper mostram seções retas transversais triangulares convexa com três arestas de corte na forma de filetes e três canais helicoidais. O perfil do canal helicoidal é convexo. O ângulo de ataque é negativo.

Ao avaliar os resultados estatísticos, constatamos não existir diferenças significativas entre os grupos testados. Assim, podemos afirmar que, para instrumentos de mesma liga metálica e de mesma geometria, a maneira de se acionar os instrumentos (motor ou manual) não interfere nos resultados quanto a manutenção da forma original de canais artificiais curvos.

Na instrumentação de canais, a performance dos instrumentos acionados a motor (rotatório) em relação ao manual, certamente, não está relacionada ao modo de acionamento do instrumento e sim à natureza da liga metálica, as propriedades mecânicas, ao tipo de movimento (alargamento ou limagem) e à geometria (forma e dimensão) da haste helicoidal cônica e da forma ponta dos instrumentos endodônticos empregados na instrumentação de canais naturais ou artificiais.

O emprego de instrumentos de NiTi de maior flexibilidade e menor conicidade certamente não teria provocado deslocamento apical ou teria, em valores menores do que os encontrados neste estudo. Porém, o método de

acionamento dos instrumentos, provavelmente, não teria influenciado nos resultados.

Assim, podemos afirmar que o grande avanço da Endodontia na área de instrumentação de canais radiculares foi o emprego de instrumentos de NiTi, e não a maneira em que eles são acionados (motor ou manual).

CONCLUSÃO

A partir da metodologia e da análise estatística descrita neste estudo, podemos concluir que para instrumentos de NiTi da marca Protaper de mesma geometria, o acionamento a motor ou manual não interferiu nos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFAS

Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH (1980). The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc* 101: 792-794.

Alodeh MHA, Dummer PMH (1989). A comparison of the ability of k-files and hedström files to shape simulated root canals in resin blocks. *J Endod* 22: 226-235.

Ayar LR, Love RM (2004). Shaping ability of ProFile and K3 rotary Ni-Ti instruments when used in a variable tip sequence in simulated curved root canals. *Int Endod J* 37: 593-601.

Baumgartner JC, Martin H, Sabala CL, Strittmatter JR EJ, Wildey WL, Quigly NC (1992). Histomorphometric comparison of canals prepared by four techniques. *J Endod* 18: 530-534.

Bertrand MF, Pegurier LL, Medioni, E (2001). Curved molar root canal preparation using Hero 642 rotary nickel- titanium instruments. *Int Endod J* 34: 631-636.

Bishop K, Dummer PM H (1997) comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium Nitiflex files during the shaping of simulated canals. *Int. Endod J.* 25-34.

Brayn ST, Thompson AS, Al-omari MA O, Dummer PMH (1998a). Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: part 1. *Int Endod J* 31: 275-281.

Bryant ST, Thompson SA, Al-omari MAO, Dummer PMH (1998b). Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: *Int Endod J* 31: 282-289.

Bryant ST, Dummer PMH, Pitoni C, Bourba M, Moghal S (1999). Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 32: 155-164.

Calberson FLG, Deroose CAJG, Hommez, GMG, De Moor RJG (2004). Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *Int Endod J* 37: 613-623.

Camargo JMP, Esberard RM, Lofredo LCM (2002). Avaliação da eficácia dos instrumentos rotatórios (Quantec LX, Pow R, Profile Série 29 em radiculares artificiais. *JBE: J Bras Endo/Perio* 3: 167-173.

Carrascoza A, Pesce HF (1994). Análise morfológica comparativa em dentes humanos extraídos de duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos. *Rev Odontol USP* 8: 51-55.

Cimis GM, Boyer TF, Pelleu GR (1988). Effect of three file types on the apical preparations of moderately curved canals *Journal of Endodontics* 14: 441-444.

Civjan S, Huget EF, De Simon LB (1975). Potential applications of certain nickel-titanium. *J Dent Res* 14: 89-96.

Clem WH (1969) Endodontic: the adolescent patient. *Dent Clin N Amer* 13: 483-490.

Coleman CL, Svec TA (1997). Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 23: 232-235

Coleman, CL; Svec, TA; Rieger, MR; Suchina, JA; Wang, MM; Glickman, GN (1996). Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. *J Endod* 22: 603-607.

Calhoun G, Montgomery S (1988). the effect of four instrumentation technique on root canal shape. *J Endod* 14: 273-277.

Craig RG, Gehring PE, Peyton FA (1959). Relation of structure to the microhardness of human dentin. *J Dent Res* 38: 624-630.

De Deus QD (1992) *Endodontia* 5 ed, Rio de Janeiro: MEDSI.

Dummer PM H, Alodeh MH A, AL-omari MA O (1991). A method for the construction of simulated root canals in clear resin blocks. *Int Endod J* 24: 63-66.

Duarte MA H, Moura T O, Fazolo A L, Oliveira EC G, Yamashita J C, Kuga M C (2004). Estudo comparativo da eficiência do sistema Profile e K3 no preparo de canais simulados curvos. *J Bras Endod* 5: 256-260.

Esposito PT, Cunningham CJ (1995). A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 21: 173-175.

Glosson CR, Haller RH, Dove B, Del Rio CE (1995). A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-flex endodontics instruments. *J Endod* 21: 146 -51.

Goerig LA, Michelich RJ, Shultz HH (1982). Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod* 8: 550-554.

Goldman M, Sakural-Fuse E, Turco J, White RR (1989). A silicone model method to compare three methods of preparing the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 68: 457-461.

Hata G, Uemura M, Kato AS (2002). A comparison of shaping ability using Profile, GT file and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. *J Endod* 28: 316-321.

Heck AR, Garcia RB (1999). Avaliação radiográfica do desvio apical do canal radicular após a instrumentação manual com limas Flexofile, Flex-R e Onyx-R e o sistema mecânico rotatório ProFile. *Rev Fac Odontol Bauru* 7: 27-32.

Hodge HC, Mckay H (1933) . The microhardness of teeth. *Jada* 20: 227-232.

Ianno NR, Weine FS (1989). Canal preparation using two mechanical handpieces: distortions, ledging and potential solutions. *Compend Contin Educ Dent* 10: 100-102.

Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S (2004). Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 37: 359-364.

Kum K, Spangberg L, Cha BY (2000). Shaping ability of three Profile rotatory instruments techniques in simulated resin root canals. *J Endod* 26: 719-723

Kavanagh D, Lumley PJ (1998). An in vitro of canal preparation using Profile 04e 06 taper instruments. *Endod Dent Traumatol* 14: 16-20.

Leonardi DP, Esberard RM, Loffredo LdeC M (2004). Avaliação da Instrumentação rotatória com limas de níquel e titânio, k3 e Race, em canais Radiculares curvos simulados. *J Bras Endod* 5: 241-248.

Lim KC, Webber J (1985a). The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int Endod J* 18: 233-239.

Lim KC, Webber J (1985b). The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *Int Endod J* 18: 240-246.

Lopes HP, Elias CN, Estrela C, Siqueira JF JR, Fontes PF (1997). Influência de limas endodônticas de NITI e de aço inoxidável, manuais e acionadas a motor no deslocamento apical. *Rev Bras Odont* 54: 67-70.

Lopes HP, Siqueira JF JR (2004). Instrumentos endodônticos In: LOPES HP, SIQUEIRA JF JR. *Endodontia: Biologia e Técnica*, 2 ed, Rio de Janeiro: MEDSI.

Lopes HP, Elias CN, Mangelli M, Moreira EJM (2005). Estudo comparativo de flexibilidade de instrumentos endodônticos de NiTi acionados a motor. *Rev Bras Odont* 62: 115-118.

Lopes HP, Elias CN, Mangelli M, Moreira E JL (2006). Geometria da haste helicoidal de instrumentos endodônticos de NiTi acionados a motor. Estudo crítico. *Rev Paul de Odont* 18: 8-13.

Marshall FJ, Pappin JA (1980). Crown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. *Technique Manual. Oregon Health Sciences University. Oregon: Portland.*

Nishiyama CK (2001). *Comparação de três diferentes técnicas de instrumentação mecânica rotatória com limas de níquel-titânio: análise da variação do ângulo de curvatura, deslocamento do centro do instrumento e alteração na área da secção transversal do canal radicular (estudo in vitro).* Tese de Doutorado em Odontologia. Faculdade de Odontologia – Universidade Paulista, Araraquara, 160p.

Paqué F, Musch U, Hülsmann M (2005). Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 38:08-16.

Pereira AJA (2000). *Transporte apical decorrente da instrumentação de canais com limas manuais de níquel-titânio da série 29- Estudo in vitro.* Dissertação de Mestrado em Endodontia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Pertot WJ, Camps J, Damiani MG (1995). 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* 79: 504-509.

Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F (2003). ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J* 36: 86-92.

Ponti TM, McDonald NJ, Kutler S (2002). Canal- centering ability of two rotary file system . *J Endod* 28: 283-286.

Poulsen WB, Dove SB, Delrio CE (1995). Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. *J Endod* 21: 609-612

Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG (1985). The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 11: 203-211.

Sepic AO, Pantera EA, Neaverth EJ, Anderson RW (1989). A comparison of Flex-R files and k-type files for enlargement of severely curved molar root canals. *J Endod* 15: 240-245.

Rangel S, Cremonese R, Bryat S, Dummer P (2005). Shaping ability of Race rotatory nickel- titanium instruments in simulated root canals. *J Endod* 31: 460-463.

Schäfer E (1996). Effects of four instrumentation techniques on curved canals: a comparison study. *J Endod* 22: 685-689.

Schäfer E, Florek H (2003). Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 36: 199-207.

Schäfer E, Schlingemann R (2003). 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* 36: 208-217.

Schneider SW (1971). A Comparison of canal preparation in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 32: 271-275.

Serene TP, Adams JD, Saxena A (1995). *Nickel-Titanium instruments: applications in Endodontics*. Ihiyama Euro America Inc: St Louis; 112p.

Shankar P, Parameswaran A, Lakshminarayanan L (1993). Apical third instrumentation of curved canals with K-type and Canal Master instruments. *J Endod* 19: 224-227.

Southard DW, Oswald RJ, Natkin E (1987). Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod* 13: 479-489.

Thompson SA, Dummer PM H (1997a). Shaping ability of ProFile. 04 Taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 30: 1-7.

Thompson, SA; Dummer, PM H(1997b). Shaping ability of Profile. 04 Taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 30: 8-15.

Thompson SA, Dummer PMH (1998b) . Shaping ability of mity roto 360° and naviflex rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: *J Endod* 24: 135-142.

Thompson SA.(2000). An overview of nickel-titanium alloys used in denyistry.
Int Endod J 33: 297-310.

Valois CRA, Costa JR ED (2003). Influência das limas greater taper acionadas a motor no deslocamento apical de canais radiculares curvos. *J Bras Endod* 4: 66-70.

Vanni JR, Albuquerque DS, Reiss C, Baratto Filho F, Limongi O, Della, BONA A (2004). Apical displacement produced by rotary nickel-titanium instruments and stainless steel files. *J Appl Oral Sci* 12: 51-55.

Walia H, Brantley WA, Gerstein H (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod* 14: 346-351.

Weine FS, Kelly RF, Lio PJ (1975). The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1: 255–263.

Weine FS, Kelly RF, Bray, KE (1976). Effect of preparantion handpieces on original canal shape. *J Endod* 2: 298-303.

Yoshimine Y, Ono M, Akamine A (2005). The shaping effects of three nickel-titanium rotatory instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod* 31: 373-375.