

**Volmir João Fornari**

**Influência do aumento do diâmetro cirúrgico sobre a limpeza do terço apical de canais radiculares curvos submetidos ao preparo biomecânico com instrumentos de Níquel-Titânio**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, sub-área

**Orientador:** *Prof. Dr. Manoel D. de Sousa Neto*

Ribeirão Preto  
2006

F727i Fornari, Volmir João, 1958

Influência do aumento do diâmetro cirúrgico sobre a limpeza do terço apical de canais radiculares curvos submetidos ao preparo biomecânico com instrumentos de Níquel-Titânio/ Volmir João Fornari. – 2006.

90 f. : il. color. ; 28 cm.

Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade de Ribeirão Preto, 2006.

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. de Sousa Neto.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Canal radicular – Tratamento. I. Sousa Neto, Manoel D. de, orientador. II. Título.

CDU: 616.314-18

Bibliotecária responsável Schirlei T. da Silva Vaz - CRB 10/1364



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia e no Serviço de Patologia da Universidade de Ribeirão Preto, com apoio financeiro da CAPES - 0012/02-5.



## ***Agradecimentos***

Agradeço ao Grande Arquiteto do Universo, que é **Deus**, por ter me dado a oportunidade da busca do conhecimento científico e do aprimoramento moral, durante minha existência neste plano espiritual.

A meus pais, **João** e **Elegantina**, por me darem a vida.

A minha esposa **Tânia Aidér Scarton Fornari**, que sempre me incentivou e apoiou nesta caminhada, assumindo para si a responsabilidade da manutenção da unidade familiar, nos momentos de minha ausência.

A minhas queridas filhas, **Joana, Jossana e Bárbara**, por me darem a razão de viver.

Ao **Prof. Dr. Manoel D. de Sousa Neto**, orientador dedicado, seguro, competente, pela disponibilidade do tempo dispensado, pela paciência demonstrada e pelo conhecimento transmitido durante esta minha estada nesta instituição de ensino.



Ao **Prof. Ms. Celso Bernardes Souza Filho**, pelos inúmeros fundamentos transmitidos da bioestatística e a sua dedicação durante a realização deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. Danyel Elias da Cruz Perez**, do laboratório de patologia que colaborou na confecção do material histológico deste trabalho.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Odontologia, sub-área Endodontia: **Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho, Prof. Dr. Luis Pascoal Vansan, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Yara T. Correa Silva Sousa, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof. Ms. Edson Alfredo, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lisete Diniz Ribas Casagrande, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Neide Aparecida Souza Lehfeld, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosemary Cristina Linhares R. Pietro.**

Ao meu colega e amigo **José Estevam Vieira Ozório**, que sempre se mostrou solícito nos momentos desta minha caminhada.

Aos colegas de turma de mestrado, **Alessandro Rogério Giovani, Alexandra Gonçalves, André Marcussi Lara, Charles Stefani Moreira Alencar, Fábio Henrique Pasqualin, Fernando Carneiro Ribeiro, Gisele Aihara Haragushiku, João Gonçalves Júnior, José Estevam Vieira Ozório, Larissa Lustosa Lima Dias, Marcos Arantes Marino, Priscila de Oliveira da Silva e Sylvia Maria Bin Nomelini.**

À funcionária **Rosemary Alexandre**, do Serviço de Patologia da Universidade de Ribeirão Preto, que colaborou para a realização deste trabalho.

Ao meu colega, amigo e mestre **Prof. Dr. José Roberto Vanni**, por ter me iniciado na Endodontia e incentivado para que realizasse este mestrado.

Ao jovem e leal amigo **Lauter Eston Pelepenko Teixeira** pelo auxílio e paciência na transmissão do conhecimento da informática.

A minha cunhada **Carla Fornari**, ao meu irmão **Hugo Fornari**, e aos meus sobrinhos **Caio Fornari e Camila Fornari** por terem me recebido tão cordialmente em Ribeirão Preto.



## ***Sumário***

# SUMÁRIO

**RESUMO**

**SUMMARY**

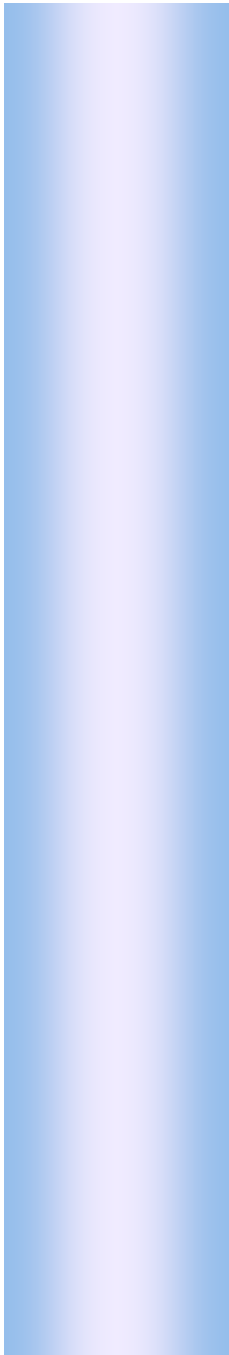
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>REVISTA DA LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>

**ANEXO**



## ***Resumo***

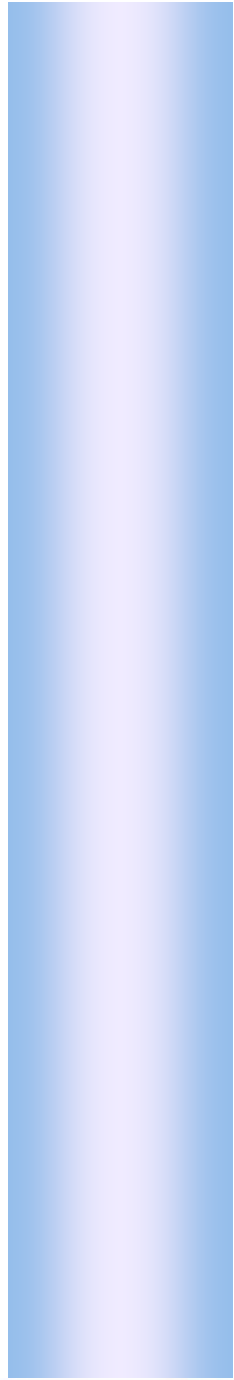
Este estudo avaliou, por meio de análise morfométrica, a influência do diâmetro cirúrgico na limpeza dos canais radiculares promovida pelo sistema Hero 642. Quarenta raízes méso-vestibulares de molares superiores com ângulo de curvatura entre 20° e 40°, raio de curvatura  $\leq 10$  mm e diâmetro anatômico correspondente ao instrumento 25 foram aleatoriamente divididas em 4 grupos de acordo com o diâmetro cirúrgico do último instrumento: GI – 30/.02; GII - 35/.02; GIII – 40/.02 e GIV - 45/.02. A irrigação/aspiração entre os instrumentos foi realizada com água destilada. Posteriormente, os terços apicais foram submetidos ao processamento histológico e analisados com aumento de 40X. As imagens foram capturadas pelo *software Adobe Premier 5.1* e analisadas com auxílio de uma grade de integração do *software Corel PhotoPaint 12*. O perímetro de ação dos instrumentos nas paredes dos canais radiculares foi determinado com auxílio do *software Scion Image for Windows*. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, considerando-se a presença de *debris* (PD) no terço apical e a quantidade de dentina sem contato (SC) com o instrumento. A análise estatística não demonstrou haver diferença ( $p > 0,05$ ) entre GIII (PD-15.82%  $\pm$  6.66; SC-38.08%  $\pm$  10.44) e GIV (PD -12.78%  $\pm$  3.11; SC-32.35%  $\pm$  8.51), os quais apresentaram melhores resultados que GI (PD-34.62%  $\pm$  9.49; SC-55.64%  $\pm$  4.62) e GII (PD -25.33%  $\pm$  7.37; SC-49.03%  $\pm$  5.70). O teste de correlação de Pearson demonstrou haver uma relação diretamente proporcional entre a quantidade de *debris* apical e a área do canal sem contato instrumento. Concluiu-se que o preparo dos canais com instrumentos Hero 642 de maior diâmetro cirúrgico permitiram maior contato com as paredes do canal, proporcionando uma limpeza mais efetiva no terço apical do canal radicular.



***Summary***

This study evaluated the influence of the surgical diameter on the cleaning capacity of Hero 642 system in root canals, using morphometric analysis. Roots of forty maxillary molars with curvature angle between 20° and 40°, curvature radius  $\leq 10$  mm and diameter corresponding to the 25 instruments were randomly divided into 4 groups according to the surgical diameter of the last instrument: GI – 30/.02; GII - 35/.02; GIII – 40/.02 and GIV - 45/.02. Distilled water was used for irrigation. The apical thirds were submitted to histological processing and analyzed at 40X magnifying. The images were captured and submitted to morphometric analysis with an integration grid. The action perimeter of the instruments on the root canal walls was determined with *Software Scion Image*. Data were analyzed by ANOVA and Tukey test considering the *debris* presence (DP) in root apical third and dentin without instrument contact (IC). The statistical analysis showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) between GIII (DP-15.82%  $\pm$  6.66; IC-38.08%  $\pm$  10.44) and GIV (DP-12.78%  $\pm$  3.11; IC-32.35%  $\pm$  8.51), which presented better results than GI (DP-34.62%  $\pm$  9.49; IC-55.64%  $\pm$  4.62) and GII (DP-25.33%  $\pm$  7.37; IC-49.03%  $\pm$  5.70). Pearson's correlation test displayed a linear relation between the amount of apical debris and the area without instrument contact. It may be concluded that root canal preparation with Hero 642 instruments of higher diameters allowed more contact with the root canal walls and were also more efficient on *debris* removal.





## ***Introdução***

A limpeza do sistema de canais radiculares ocorre pela ação mecânica dos instrumentos endodônticos associada às propriedades químicas das soluções irrigantes e à ação física destas no processo irrigação/aspiração, que têm como objetivo eliminar bactérias, seus produtos e restos de tecido pulpar.

Durante essa fase, os restos de dentina excisada pela ação dos instrumentos, se não forem removidos pelo processo irrigação/aspiração, podem permanecer no interior do canal radicular de duas formas: aderidos às paredes formando uma estrutura amorfa denominada camada de *smear*, ou na luz do canal radicular, em áreas onde não houve atuação das soluções irrigantes e instrumentos endodônticos, junto com restos pulpares formando os *debris* (ARRUDA et al., 2003).

A microscopia eletrônica de varredura (HÜLSMANN et al., 1997), a microscopia óptica (SIQUEIRA-JÚNIOR et al., 1997) e a análise de cortes antes e após a instrumentação (HÜLSMANN et al., 2001) são os métodos utilizados para avaliar a limpeza dos canais radiculares. Esses pesquisadores têm demonstrado, por meio dessas diferentes metodologias, que a obtenção do canal radicular livre de restos orgânicos/inorgânicos ainda é um desafio, estimulando desta maneira a busca por novos instrumentos, técnicas e tecnologias.

Apesar dos avanços obtidos, as variações anatômicas são fatores limitantes para a execução do preparo biomecânico, favorecendo a permanência de remanescentes teciduais e bacterianos em istmos, reentrâncias e ramificações

---

(WALTERS et al., 2002; ARRUDA et al., 2003; FARINIUK et al., 2003; BARATTO-FILHO et al., 2004).

O advento da instrumentação rotatória com instrumentos de níquel-titânio (Ni-Ti) em Endodontia tem gerado discussões que resultam na reflexão de alguns conceitos que envolvem o preparo dos canais radiculares. A liga de Ni-Ti propiciou o desenvolvimento de instrumentos incorporando diferentes *design* visando diminuir o risco de transporte como o *tip* inativo, áreas de contato (superfícies radiais), variações no ângulo helicoidal e ângulo de corte neutro ou levemente negativo (HÜLSMANN et al., 2005). Atualmente são comercializados diferentes sistemas rotatórios na Endodontia que apresentam, além de alterações de *design*, diferentes aumentos de conicidade por milímetro de comprimento, na conformação de sua parte ativa.

Cada novo sistema rotatório lançado no mercado é acompanhado da promessa de ser melhor que o anterior (PETERS et al., 2001). Conseqüentemente, são necessários métodos analíticos para confirmar ou rejeitar estas hipóteses.

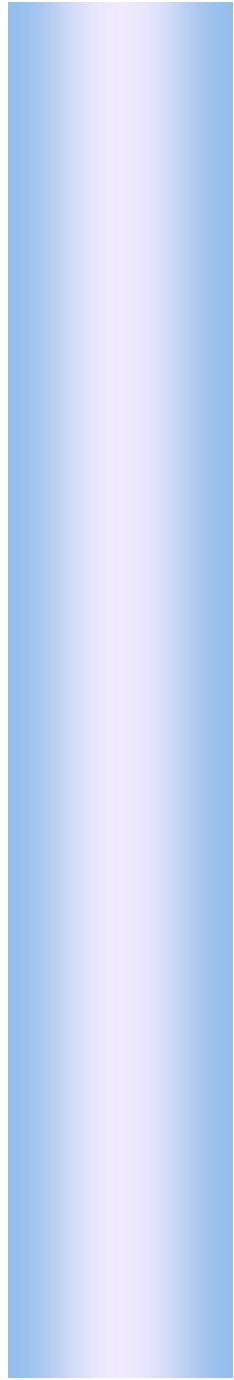
Várias evidências tem confirmado a habilidade destes instrumentos em manter o trajeto original do canal, com mínimo transporte (HÜLSMANN et al., 2003; AYAR; LOVE, 2004; CALBERSON et al., 2004; GUELZOW et al., 2005; PAQUÉ et al., 2005; PEREZ et al., 2005; RANGEL et al., 2005; SCHÄFER et al., 2005; VELTRI et al., 2005; YOSHIMINE et al., 2005; HÜLSMANN et al., 2005), dessa maneira, a instrumentação de canais curvos com instrumentos manuais de aço inoxidável seria contra-indicada e, portanto, função dos instrumentos de Ni-Ti

(HARLAN et al., 1996; SHORT et al., 1997; BERTRAND et al., 2001; SZEP et al., 2001).

Outra evidência aponta para a necessidade do pré-alargamento cervical para determinação do diâmetro anatômico (WU et al., 2002; BARROSO et al., 2005; VANNI et al., 2005), visando efetivo debridamento da porção apical do canal (SIQUEIRA-JÚNIOR, 2005; PÉCORÁ; CAPELLI, 2006).

O preparo da região apical tem por objetivo, além da confecção do batente apical, proporcionar a remoção de no mínimo 100 a 150 micrometros de dentina das paredes do canal radicular (WEINE, 1972; WALTON, 2002).

Esses dados nos levam a refletir sobre a influência do aumento do diâmetro cirúrgico, bem como seu limite, na limpeza dos canais radiculares, principalmente daqueles que apresentam curvatura acentuada.



***Revista da Literatura***

KUTTLER (1955) analisou, por meio de microscopia óptica, a região apical de 268 dentes extraídos de pessoas jovens e adultas, concluindo que o forame apical em pessoas acima de 50 anos desvia-se do centro em virtude do espessamento do cemento nessa região, e também que o canal principal pode apresentar canais laterais, secundários e acessórios, devendo por isso a instrumentação e o selamento do canal radicular serem realizados aquém da invaginação do cemento, isto é, até 0,5 milímetros aquém do forame apical.

WEINE (1972) preconizou o uso da técnica escalonada, que contribuiu em parte para diminuir as dificuldades existentes no preparo apical. Uma vez que o alargamento desta área ficava limitado a instrumentos de menor diâmetro, os mais calibrosos passaram a ser empregados com recuo do comprimento real de trabalho, criando um canal com afunilamento mais evidente e paredes mais regularizadas, com a intenção de remover totalmente interferências dentinárias e maior quantidade de dentina contaminada desta região.

SCHILDER (1974) preconizou a técnica de instrumentação dos canais radiculares que originava forma cônica afunilada ao canal. A técnica recebeu o nome de *Cleaning and Shaping*, que significa limpando e modelando. A principal característica dessa técnica constituía na maior dilatação do terço cervical, afunilando-se gradativamente no sentido apical até atingir o comprimento real de trabalho, atribuindo forma acentuadamente cônica ao canal no sentido coroa/ápice. Com essa técnica, poder-se-ia alcançar maior facilidade de limpeza com a utilização de soluções irrigantes, conseguindo-se, durante a obturação do

canal, melhor adaptação do cone de guta-percha e maior facilidade para introduzir o cimento obturador em toda área do canal radicular.

ROANE et al. (1985) propuseram o conceito de força balanceada para a instrumentação dos canais radiculares. Nesta técnica são utilizados movimentos no sentido horário e anti-horário para minimizar o transporte do canal ocorrida durante o preparo dos canais radiculares com curvaturas, sendo que os movimentos realizados no sentido horário são os responsáveis pelo posicionamento das limas nos condutos e os movimentos no sentido anti-horário são os responsáveis pela ação de corte das limas. Indicaram também que as limas de secção triangular são mais flexíveis e cortam mais dentina que as limas de secção quadrangular durante a utilização dessa técnica.

WALIA et al. (1988) utilizaram pela primeira vez as ligas de Ni-Ti na Endodontia. Os autores confeccionaram o primeiro instrumento endodôntico manual em Ni-Ti a partir do fio ortodôntico de secção circular submetido a processo de microusinagem. A fabricação de tais limas por processo de torção do fio é impossível devido às propriedades superelásticas do nitinol. Nesse experimento, limas tipo K de tamanho e formato idênticos foram confeccionadas em NiTiNOL e aço inoxidável, para permitir a comparação em testes de cisalhamento, torção horária e torção anti-horária. Os autores concluíram que as limas confeccionadas em NiTiNOL eram duas ou três vezes mais flexíveis que as limas de aço inoxidável, exibindo também maior resistência à fratura e pronunciada "memória elástica". A impressionante flexibilidade destas limas deve-

se, segundo os autores, ao baixo módulo de elasticidade das ligas de níquel-titânio. Nesse trabalho foi sugerido, com muita propriedade, o emprego do NiTiNOL para confecção de limas endodônticas visando facilitar a instrumentação de canais curvos.

YARED; DAGHER (1994) estudaram a influência do alargamento apical associado a medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio na desinfecção do canal radicular. Sessenta dentes com canal único foram divididos em dois grupos, cujos espécimes foram instrumentados até os diâmetros 25 e 40, respectivamente, e preenchidos com hidróxido de cálcio por uma semana. A análise microbiana mostrou significativa redução do crescimento bacteriano durante o tratamento. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados.

WU; WESSELINK (1995) verificaram a capacidade de limpeza promovida por três técnicas de instrumentação (*step-back*, *crown-down* e força balanceada) em 133 canais mesiais de molares inferiores com ângulo de curvatura de 25° por meio da contagem de *debris* utilizando estereomicroscópio e grade de integração, uma vez que as variadas técnicas podem promover efeitos diferentes na limpeza de canais radiculares com curvatura. Em todas as técnicas estudadas o hipoclorito de sódio 2,0% foi utilizado como solução irrigante. Os resultados evidenciaram que o terço apical apresentava-se com maior quantidade de *debris* que os terços médio e apical independente da técnica de instrumentação utilizada e que a técnica de força balanceada resultou em maior limpeza do terço apical quando comparada às demais técnicas estudadas.



HARLAN et al. (1996) avaliaram o preparo endodôntico nos terços apical, médio e cervical de 42 canais de molares com curvaturas entre 20 e 40°, com instrumentos manuais de aço inoxidável (Flex-R) e Ni-Ti (Onyx-R), por meio da sobreposição de radiografias. Os resultados não mostraram diferença entre os grupos quanto à manutenção do eixo central do canal ou área instrumentada, no terço apical. Os autores concluíram que não houve correlação entre o ângulo de curvatura, o transporte e a quantidade de dentina excisada.

HÜLSMANN et al. (1997) pesquisaram a capacidade de limpeza dos canais radiculares utilizando as técnicas de instrumentação que usam os seguintes aparelhos: Giromatic, Intra endo 3 LSDY, Piezon Máster 400, Canal Leader 2000, Canal Finder system, Endoplaner, Excalibur, Endolift e as técnicas manuais. Para isso, os autores formaram grupos com 15 incisivos inferiores que foram previamente alargados com a lima 15 manual e depois submetidos às técnicas a serem testadas. Em todos os casos, a lima final era a número 30. Nenhum grupo obteve ausência de *debris* ou da camada de *smear*, sendo que, para os *debris*, as instrumentações manuais, Canal Leader e Piezon Máster conseguiram os melhores resultados. Os sistemas Giromatic, Endolift, Canal Finder e Intra endo obtiveram os piores resultados. A maioria das técnicas mostrou melhores resultados nos terços médios e cervicais. Nesse estudo foram empregados dois avaliadores para a comparação entre as técnicas.

SIQUEIRA-JÚNIOR et al. (1997) avaliaram, por meio de microscopia óptica (M.O.), a eficácia de cinco métodos de instrumentação na limpeza do terço apical

do canal radicular. Foram empregadas raízes mesio-vestibulares de molares superiores humanos recém-extraídos. As técnicas utilizadas foram: *Step-Back* com limas de aço; *Step-Back* com limas de Ni-Ti; ultra-sônica; forças balanceadas e Canal Master U. Não houve diferença estatisticamente significativa, entre as técnicas analisadas, porém as variações da anatomia interna eram determinantes na quantidade de *debris* no canal radicular.

SHORT et al. (1997) estudaram, por meio do sistema de mufas, o preparo de 60 canais mesiais de molares inferiores com limas manuais de aço inoxidável Flex-R e com os sistemas rotatórios McXIM, Lightspeed e ProFile .04 *Series* 29. Os resultados mostraram que os sistemas rotatórios prepararam os canais mais rapidamente e de forma mais centralizada. Os autores concluíram que a utilização dos sistemas rotatórios favorecia a diminuição da fadiga do operador, reduzindo o tempo de trabalho.

LOPES et al. (1997) analisaram, por meio de radiografias, o transporte apical após a instrumentação do canal radicular empregando limas manuais de aço inoxidável K-Flexoflie, golden médiums, Ni-Ti manual e Sistema ProFile .04 série 29%. Os instrumentos ProFile série 29% foram as que menos desviaram apicalmente o preparo dos canais seguidas das limas de Ni-Ti manuais e das de aço inoxidável.

BRYANT et al. (1998) avaliaram a eficácia dos instrumentos quanto ao tempo de preparação, fratura dos instrumentos, perda do comprimento de trabalho e forma tridimensional do canal, em canais simulados com diferentes

ângulos, utilizando o sistema Profile .04. Os canais foram dilatados até o instrumento Profile .04 número 35. Após serem feitas as impressões dos canais, os autores concluíram que o sistema estudado promoveu instrumentação mais rápida e com adequada conicidade do ápice a porção cervical.

PETERS; BARBAKOW (2000) avaliaram, por meio de M. E. V., a limpeza das paredes do canal radicular quando estes eram preparados utilizando duas técnicas de instrumentação rotatória (LightSpeed e ProFile .04). Grupos: 1- irrigação alternada com EDTA a 17% e hipoclorito de sódio a 5,25%; 2- irrigação com água destilada. Os autores verificaram que quando as duas técnicas rotatórias eram associadas à água não houve diferença estatisticamente significativa em nenhum dos terços estudados (apical, médio e cervical). O uso alternado da solução de EDTA com a de hipoclorito a 5,25 %, foi mais eficiente na limpeza no terço médio e com resultados superiores ao grupo da água destilada.

BUCHANAN (2000) introduziu o sistema ProFile GT baseado na concepção de variação de conicidade dos instrumentos durante a sequência de preparo do canal radicular. Segundo o autor, instrumentos de mesmo *tip* e variadas conicidades, associados aos instrumentos acessórios mais calibrosos, permitiriam adequada ampliação cervical, melhor modelagem e qualidade no preparo apical.

THOMPSON (2000) revisou a aplicabilidade da liga de Ni-Ti em Endodontia. Segundo o autor, sua utilização na confecção de instrumentos endodônticos foi, principalmente, em virtude de sua maior resistência e baixo módulo de elasticidade. Além disso, sua superelasticidade permite que, após submetida à

deformação, retorne à forma original. O autor concluiu que estas propriedades eram interessantes para Endodontia uma vez que permitiria a construção de instrumentos com características ideais para o preparo de canais curvos.

BUCHANAN (2001) relatou os procedimentos que deveriam ser seguidos a fim de se atingir os objetivos do sistema ProFile GT. Os instrumentos deste sistema compreendiam três instrumentos com conicidade .06, .08 e .10, todos com ponta de 0,20 mm e diâmetro máximo no limite do intermediário com a lâmina de 1,00 mm. Três são os instrumentos acessórios com conicidade .12, pontas 0,35 mm, 0,50 mm e 0,70 mm, com diâmetro máximo no limite com o intermediário de 1,5 mm. Segundo o autor, os canais amplos deveriam ser preparados com conicidade .10 ou .12. Em raízes menores e mais constrictas os canais deveriam ser preparados com conicidade .06 e .08. Os instrumentos GT deveriam ser utilizados a velocidade de 300 rpm e descartados após o quinto uso.

HÜLSMANN et al. (2001) estudaram, por meio do sistema de muflas, o preparo dos canais de 50 molares inferiores extraídos, com curvaturas entre 20° e 40°, com os sistemas Quantec SC e HERO 642. Os resultados mostraram que o grau de retificação dos canais foi, em média, de 2,3° e 1,6° para os sistemas Quantec SC e HERO 642, respectivamente. No grupo Quantec SC ocorreram cinco fraturas, três bloqueios apicais e oito casos de perda do comprimento de trabalho, enquanto no grupo HERO 642 houve três bloqueios e perfuração. O grupo Quantec SC resultou em canais arredondados em 24% da amostra, ovais em 29% e irregulares em 47%. Já o grupo HERO 642 resultou em canais arredondados em

63% da amostra, ovais em 24% e irregulares em 17%. O tempo de preparo foi, em média, menor com o sistema HERO 642 (52") que com o Quantec SC (117"). A limpeza, avaliada em microscópio de varredura, após secção longitudinal das raízes, demonstrou não haver diferença quanto à remoção da camada de *smear*, contudo, houve melhor remoção de *debris* no grupo HERO 642. Os autores concluíram que os sistemas testados apresentaram mínimo transporte e adequado limpeza, contudo, o sistema Quantec SC apresentou maior deficiência quanto à segurança.

SZEP et al. (2001) avaliaram o preparo endodôntico de 80 canais simulados em resina, com ângulo de curvatura de 36°, com técnica manual e seis diferentes sistemas rotatórios. Os resultados mostraram maior transporte com a instrumentação manual, grande número de instrumentos rotatórios fraturados (30 a 60% da amostra) e menor tempo de preparo com o sistema ProFile .04 (6,55'). Os autores concluíram que os sistemas rotatórios apresentaram melhores resultados em termos de tempo e transporte quando comparados à instrumentação manual.

PARK (2001) avaliou a capacidade de manter a curvatura original de trinta e seis canais curvos simulados em blocos de resina. Comparando três técnicas de instrumentação. Sendo o grupo I instrumentado com lima Flexo-file até o diâmetro apical com o número 25, grupo II instrumentado com GT até o diâmetro apical do instrumento 20/.06, grupo III instrumentado com ProFile até o diâmetro apical do instrumento 30/.06. Por meio da análise estatística o autor concluiu que os grupos

II e III mantiveram a curvatura original do canal, no grupo ocorreu desvio e transportação do forâmen.

PETERS et al. (2001) utilizaram a  $\mu$ TC, com resolução isotrópica de  $34\mu\text{m}$ , para comparar o preparo endodôntico de 6 molares superiores extraídos com instrumentos manuais tipo K de aço inoxidável e com os sistemas Lightspeed e ProFile .04. A diferença entre o volume de dentina e área preparada, antes e após a instrumentação foi, em média, de  $1,61 \pm 0,07 \text{ mm}^3$  e  $4,16 \pm 2,63 \text{ mm}^2$ , respectivamente. O transporte variou de 1,8 a  $50 \mu\text{m}$ , sendo menor quando do uso dos sistemas rotatórios. Os autores concluíram que as características geométricas do canal tiveram maior influência nos resultados observados que em relação à técnica utilizada.

BERTRAND et al. (2001) avaliaram, por meio do sistema de muflas, os terços apical, médio e cervical, de 24 canais de molares inferiores humanos com curvatura  $\geq 20^\circ$ , preparados com limas manuais de aço inoxidável ou com o sistema HERO 642. Os resultados mostraram que não houve diferença na quantidade de dentina excisada e na posição dos canais nos terços cervical e médio. Contudo, no terço apical, houve maior transporte no grupo manual. Os autores concluíram que o canal permaneceu mais centralizado, no terço apical, após o preparo com o sistema rotatório HERO 642.

FRAJLICH et al. (2001) avaliaram a capacidade da manutenção do comprimento de trabalho, grau de transporte apical e cervical produzido logo após o uso de três sistemas de instrumentação mecanizada, a saber: ProFile/.04 e .06

(350 rpm), Quantec LX número 1 ao 8 (25/.06) a (350rpm) e Hero .04, .06 a porção apical foi feita com instrumento 30/.02 a 450 rpm, em raízes mesiais de molares inferiores com curvaturas maiores do que 40°. Quanto a manutenção do comprimento de trabalho os melhores resultados por ordem crescente ficaram com o Quantec LX, Hero 642 e ProFile. O menor transporte apical ficou com Hero 642, seguido do ProFile e por último o Quantec LX. Quanto ao transporte cervical não houve diferença estatística entre os três sistemas estudados.

RÖDIG et al. (2002) estudaram, por meio do sistema de muflas e M. E. V., o preparo de 20 canais distais de molares inferiores com os sistemas Lightspeed, ProFile .04 e Quantec SC. Os resultados mostraram que a maior parte das paredes dos canais permaneceram incompletamente instrumentadas. A remoção de *debris* foi melhor nos grupos Quantec SC, ProFile .04 e Lightspeed, respectivamente, e se observou a presença da camada *smear* recobrimdo a maior parte das paredes dos canais em todos os grupos testados. Houve duas fraturas no grupo Lightspeed e dois bloqueios apicais no grupo Quantec SC, não havendo diferença em relação ao tempo médio de preparo. Os autores concluíram que a ausência de preparo das superfícies vestibular e lingual dos canais radiculares ovais foi devida às características morfológicas dos instrumentos.

WALTON et al. (2002) relataram a dificuldade da limpeza dos canais radiculares, principalmente por este ser espaço difícil de ser trabalhado. Salientaram que as limas devem entrar em contato e planificar as paredes em toda

a circunferência do canal radicular para alcançar o objetivo desejado, canal de forma cônica, afunilada de cervical para apical.

CARD et al. (2002) avaliaram, *in vivo*, a redução bacteriana utilizando diferentes diâmetros cirúrgicos dos canais radiculares na região apical quando comparado às técnicas convencionais. Para tanto, 40 pacientes com evidências clínicas e radiográficas de periodontite apical em caninos inferiores (n = 2), pré-molares inferiores (n = 11), e raízes mesiais de molares inferiores (n = 27) foram selecionados e seus canais submetidos a coleta bacteriana no momento da cirurgia de acesso e após duas técnicas de instrumentação: 1) sistema rotatório Profile .04 e irrigação com hipoclorito de sódio 1% (molares instrumentados até 7 e pré-molares e caninos até 8); e 2) sistema rotatório Lightspeed e hipoclorito de sódio 1% (molares instrumentados até lima 60 e os pré-molares e caninos até lima 80). E encontraram que após a primeira instrumentação, 100% dos caninos/pré-molares e 81,5% dos molares estavam livres de bactérias e após a segunda, 89%. As técnicas foram estatisticamente diferentes da situação inicial ( $p < 0.0001$ ), porém semelhantes entre si ( $p = 0.0617$ ). Desta forma, concluíram que, sistemas de canais radiculares sem ramificações podem apresentar-se livres de bactérias quando realizados os preparos apresentados.

COLDERO et al. (2002) compararam, *in vitro*, a redução bacteriana intracanal (*Enterococcus faecalis*) de trinta e oito raízes palatinas de molares superiores contaminadas. A irrigação foi feita com NaOCl a 4,4% e EDTA a 15% para a remoção da camada de *smear*. O grupo A foi preparado com a técnica *Crown-*



*down* até o diâmetro cirúrgico correspondente ao instrumento GT 35/.04. O grupo B a porção cervical foi preparada com os instrumentos GT 20/.12 e 20/.10. Após instrumentos Profile .04 foram usados na técnica *step-back* até o diâmetro cirúrgico 35/.04. Após a análise dos dados foram considerados livres de bactérias 94% dos canais do grupo A e 81% dos canais do grupo B não havendo diferença estatística significativa entre eles.

TAN; MESSER (2002) investigaram a influência do pré-alargamento na determinação do comprimento de trabalho em 30 canais mesiais de molares inferiores extraídos, preparados com limas manuais tipo K ou sistema Lightspeed. Os resultados mostraram que, em geral, o primeiro instrumento do sistema Lightspeed a atingir o comprimento de trabalho era dois diâmetros ISO superior ao grupo manual. Os autores concluíram que o pré-alargamento dos terços cervical e médio influenciou diretamente o diâmetro do primeiro instrumento a atingir o comprimento de trabalho em ambos os grupos, principalmente no grupo Lightspeed.

WU et al. (2002) estudaram a relação entre o diâmetro anatômico do canal e o primeiro instrumento a atingir o comprimento de trabalho, em 20 pré-molares inferiores extraídos, utilizando limas tipo K e o sistema Lightspeed. Com o primeiro instrumento adaptado ao comprimento de trabalho e fixado, os ápices das raízes foram desgastados e os diâmetros do instrumento e do canal mensurados e comparados. Os resultados mostraram que, em 75% da amostra, os instrumentos tocavam em apenas um lado das paredes do canal, enquanto que, nos outros

25%, o instrumento não tocava nenhuma parede. Em 90% da amostra o diâmetro do instrumento foi menor que o menor diâmetro do canal naquele ponto, identificando-se discrepâncias  $\geq 0,19$  mm. Os autores concluíram que nenhum dos instrumentos conseguiu refletir, com precisão, o diâmetro anatômico real no terço apical. Questionou-se se o aumento do diâmetro anatômico com três instrumentos em ordem crescente de diâmetro, a partir da lima que determina o diâmetro anatômico, seria suficiente para o preparo das paredes do canal.

BARBIZAM et al. (2002) estudaram, por meio de análise histológica, a capacidade de limpeza promovida pela instrumentação rotatória com instrumento de Ni-Ti em canais radiculares achatados no sentido mesio-distal, irrigados com água destilada. Os resultados mostraram que, em canais radiculares com achatamento mesio-distal, a técnica de instrumentação manual com limas de aço inoxidável é mais efetiva na limpeza, quando comparada à instrumentação rotatória com instrumento de Ni-Ti e que nenhuma das técnicas testadas foi capaz de limpar completamente os canais radiculares.

ROLLISON et al. (2002) avaliaram, com auxílio de espectrofotômetro, a redução bacteriana nos canais de 50 molares inferiores inoculados com *Enterococcus faecalis*, preparados com os sistemas ProFile GT e Pow-R. O diâmetro cirúrgico foi definido com o instrumento 35 no grupo ProFile GT e com o 50, no Pow-R. Os resultados mostraram que houve a permanência de maior número de colônias bacterianas após a instrumentação no grupo ProFile GT. Os autores concluíram que o diâmetro cirúrgico de 0,50 mm foi mais efetivo no

debridamento de canais radiculares infectados.

WALTERS et al. (2002) verificaram a eficácia do motor com sistema de irrigação acoplado a ele. O sistema Profile e o hipoclorito de sódio foram escolhidos para o estudo e a remoção de *debris* foi comparada entre o uso do motor e da irrigação convencional com seringas e agulhas. Todos os vinte pares de dentes foram alargados com brocas de Gates-Glidden números 2, 3 e 4 e então divididos em três grupos para análise. Apenas no milímetro final, ou seja, a um milímetro do ápice, houve diferença entre os grupos, sendo que o grupo da instrumentação manual apresentou maior quantidade de *debris*.

Também buscando diferenças entre técnicas rotatórias e manuais para instrumentação de canais radiculares achatados, WEIGER et al. (2002) usaram as limas Hedström, os instrumentos Hero 642 e Lightspeed para esse tipo de anatomia. Ênfase foi dada às paredes proximais dos canais radiculares, a fim de se conseguir total limpeza. Incisivos inferiores e raízes distais de molares inferiores tiveram seus canais radiculares preparados e submetidos a fotografias antes e depois de prontos. Os instrumentos Lightspeed conseguiram resultados inferiores aos que os Hero 642 e as Hedström obtiveram, estas últimas não diferindo entre si. No trabalho, os autores defendem que os melhores resultados de instrumentação em canais radiculares achatados obtidos pelos instrumentos Hero 642 e limas Hedström devem-se à maior dureza das mesmas, que possibilitou exercer pressão contra as paredes vestibulares e linguais. Esse procedimento

mostra-se de difícil realização com os instrumentos Lightspeed, devido à sua alta flexibilidade e pequena parte ativa.

ARRUDA et al. (2003) estudaram, por meio da avaliação histológica e análise morfométrica, a capacidade de limpeza promovida pela técnica de instrumentação rotatória com instrumentos de Ni-Ti Profile .04, associada a diferentes soluções químicas auxiliares do preparo biomecânico, em canais com achatamento mesio-distal. Vinte dentes incisivos inferiores humanos, unirradiculares, foram selecionados e divididos aleatoriamente em cinco grupos, instrumentados com o sistema Profile .04, um milímetro aquém do ápice anatômico e com lima de memória de número 40, variando apenas a solução química auxiliar do preparo biomecânico, a saber: água destilada (grupo controle), hipoclorito de sódio a 1%, hipoclorito de sódio a 1% alternado com EDTAC a 17% e o hipoclorito de sódio a 1% associado ao creme EndoPTC. Após o preparo biomecânico, os terços apicais foram submetidos ao processamento histológico e análise morfométrica por meio grade de integração. Os resultados evidenciaram diferença estatística ao nível de 1% entre as soluções químicas auxiliares estudadas, sendo que a solução de hipoclorito de sódio a 1% associada à instrumentação rotatória com instrumentos de Ni-Ti Profile .04 apresentou maior percentual de limpeza do terço apical. Já as soluções de hipoclorito de sódio a 1%, alternado com EDTAC a 17% e o hipoclorito de sódio a 1% associado ao creme EndoPTC, ocuparam posição intermediária quanto ao percentual de limpeza no terço apical.

KARAGÖZ-KÜÇÜKAY et al. (2003) estudaram, por meio de radiografias pré e pós-instrumentação, diferenças na manutenção da curvatura, perda de comprimentos de trabalho e fratura dos instrumentos rotatórios Hero 642 quando variava a velocidade de uso em raízes de molares superiores. Foi obedecida a seguinte seqüência de instrumentação para todos os grupos: 20/.06, 20/.04, 20/.02, 25/.04, 25/.02, 30/.02 e 35/.02, variando a velocidades de uso: 300, 400 e 600 rpm. Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas quando se compararam as imagens pré e pós-instrumentação, não havendo porém, diferenças quando foram analisadas as imagens pós-instrumentação.

WEIGER et al. (2003) avaliaram o preparo de 136 canais de molares extraídos com limas manuais de Ni-Ti e com os sistemas Lightspeed e FlexMaster. Os dentes foram montados em manequins, simulando a condição clínica, e a avaliação realizada pela sobreposição de radiografias. Além disto, as raízes foram seccionadas a 2,5 mm do comprimento de trabalho mensurando-se o transporte e a área de superfície. Os resultados no grupo Lightspeed mostraram maior área de superfície preparada, menor transporte e duas fraturas de instrumentos. No grupo FlexMaster, por sua vez, foi observado menor tempo de preparo, sem fratura de instrumento. Os autores concluíram que todos os grupos foram eficazes no preparo de canais curvos, contudo, os instrumentos FlexMaster proporcionaram melhores resultados quanto ao risco de fratura.

FARINIUK et al. (2003) avaliaram, por meio de análise histológica e morfométrica, a capacidade de limpeza das limas Profile .04, Pow-R, limas

ENDOFash, acionadas pelo motor ENDOFlash e das limas manuais Ni-Ti Flex. Todos os grupos foram irrigados com água destilada e deionizada. Os resultados evidenciaram diferença estatística de 1% entre os grupos testados, sendo que o grupo que utilizou a lima ProFile .04 foi o mais eficiente na limpeza, o Pow-R apresentou valores intermediários e as limas ENDOFlash e o NitiFlex apresentaram os menores índices de limpeza dos canais radiculares.

SUFFRIDGE et al. (2003) avaliaram a capacidade de limpeza dos canais radiculares promovida pelos instrumentos GT e Profile .04 usando motores com e sem controle de torque em cinquenta dentes anteriores distribuídos da seguinte forma: 5 para controle negativo, 5 para controle positivo, 20 instrumentados com controle de torque e 20 sem controle de torque. Os espécimes foram instrumentados obedecendo a seguinte ordem: GT 20/.10, 20/.08, 20/.06, 35/.04, 30/.04, 25/.04, 20/.02 e no comprimento de trabalho Profile .04 35. Analisando as fotografias com aumento de vinte vezes, a porcentagem de *debris* foi calculada para cada grupo e confrontada com os outros. Os resultados não mostraram diferenças estatísticas significantes entre os grupos com e sem controle de torque.

SCHÄFER; SCHLINGEMANN (2003) avaliaram o preparo de canais simulados em resina com limas manuais tipo K de aço inoxidável e com o sistema K3 Endo. Os resultados mostraram preparos mais rápidos e cônicos no grupo K3 Endo, porém, com onze instrumentos fraturados contra nenhum do grupo manual. Os autores concluíram que, apesar da maior velocidade de preparo e melhor formato do canal, o grupo K3 Endo foi pouco seguro para o preparo de canais curvos.

HÜLSMANN et al. (2003) avaliaram, por meio do sistema de mufas e M. E. V., o preparo dos canais de 50 molares inferiores extraídos, com curvaturas de 20° a 40°, com os sistemas FlexMaster e HERO 642. Os resultados mostraram menor tempo de preparo com o sistema HERO 642 (66"), baixa tendência de retificação em ambos grupos e apenas a fratura de um instrumento FlexMaster. Quanto à forma, o sistema FlexMaster resultou em 18% de canais arredondados, 53% ovais e 29% irregulares ao passo que o sistema HERO 642 resultou em 25% de canais arredondados, 47% ovais e 28% irregulares. Quanto à limpeza, não houve diferença entre os grupos. Os autores concluíram que ambos sistemas foram eficazes na manutenção da curvatura original dos canais radiculares, contudo, não o foram em relação à remoção de *debris* e da camada *smear*.

CALBERSON et al. (2004) avaliaram o preparo de 40 canais simulados em resina, com diferentes ângulos e posições da curvatura, com o sistema ProTaper. Os resultados mostraram houve fratura de um instrumento S1 e deformação de nove instrumentos S3 e um S1. Além disto, foram observadas alterações importantes na forma do canal após o uso dos instrumentos F2 e F3. Os autores concluíram que o sistema ProTaper produziu canais com conicidade adequada, contudo, os instrumentos F2 e F3 produziram alterações significativas que, em canais curvos, poderiam levar a excessiva remoção de material na porção interna da curvatura, criando zonas de perigo.

MARROQUIN et al. (2004) avaliaram a anatomia de molares da população egípcia em relação a constrição apical como término da preparação do canal

radicular, por meio de microscopia óptica, sem emprego de método de ampliação cervical ou colocação prévia de instrumentos endodônticos junto ao ápice. Os autores observaram que o forame apical destes grupos dentários apresenta-se em forma oval e que a média do diâmetro do forame apical em raízes mesio-vestibulares situa-se entre 0,18 a 0,25 mm.

AYAR; LOVE (2004) avaliaram o preparo de 20 canais simulados em resina, com diferentes ângulos e raios de curvatura, e diâmetro cirúrgico definido em 0,40 mm, com os sistemas ProFile e K3 Endo. Os resultados mostraram que, em geral, no terço apical, os instrumentos removeram maior quantidade de material no sentido do lado externo da curvatura. Os autores concluíram que os sistemas testados foram capazes de preparar canais simulados de forma adequada e mínimo transporte.

ALBRECHT et al. (2004) verificaram a remoção de *debris* do sistema de 48 canais radiculares após instrumentação com limas do Sistema Profile GT com diferentes conicidades (.04, .06, .08 e .10) e diâmetros cirúrgicos (20 e 40). Após a instrumentação, os dentes foram seccionados a 1 e a 3 mm do ápice, e a quantidade de *debris* por área calculada levando-se em consideração: o diâmetro do preparo apical, a conicidade do instrumento, o volume total de irrigação, a profundidade da penetração da agulha e o número de instrumentos utilizados para chegar ao comprimento de trabalho. Encontrou-se maior quantidade de *debris* nos canais preparados até o instrumento 20 em todas as conicidades estudadas quando comparadas ao instrumento 40, exceto para a conicidade .10, em que não



houve diferença estatística, quando avaliou-se o corte a 1 mm do ápice. Já a 3 mm, não constatou-se diferença estatística. Desta forma, sugerem que quando possível, os canais devem ser instrumentados até o diâmetro .10 no comprimento de trabalho independente do número do instrumento.

BARATTO-FILHO et al. (2004) avaliaram a capacidade de limpeza do canal radicular utilizando o sistema ProFile .04 associado à solução de hipoclorito de sódio nas seguintes concentrações: 0,5%, 1% e 5%, utilizada a cada troca de instrumento. Os autores concluíram que as soluções de hipoclorito de sódio associadas ao sistema ProFile .04 não promoveram canais radiculares totalmente limpos, entretanto houve diferença significativa, ao nível de 1%, entre as soluções, sendo a solução de hipoclorito de sódio a 5% a mais efetiva, seguida pela solução de hipoclorito de sódio a 1% e a 0,5%.

PEREIRA et al. (2004) analisaram o transporte apical de trinta e seis canais artificiais curvos confeccionados em blocos de resina epóxi transparentes, instrumentados manualmente por limas de Ni-Ti com pontas ISO até o número 35 e instrumentos de Ni-Ti Profile série 29 até o número 6. Concluíram por meio dos dados obtidos que a variação percentual constante dos diâmetros dos instrumentos manuais da série 29% não exerceu influência na obtenção de menores índices de transporte apical, visto que não foi observada diferença estatística significativa entre os grupos.

USMAN et al. (2004) compararam, *in vitro*, a capacidade de limpeza no terço apical, utilizando instrumentos do sistema rotatório GT. Foram utilizados 32 dentes humanos que foram submetidos ao preparo biomecânico com diâmetros cirúrgicos 20.06 ou 40.06. Após o preparo, os dentes foram avaliados histologicamente a fim de determinar a quantidade de *debris*. O grupo em que utilizou o instrumento 20.06 apresentou maior quantidade de *debris* no terço apical, comparado ao grupo com o instrumento 40.06. O volume da solução irrigante e o número de recapitulações e a profundidade de penetração da agulha irrigante não influenciou o resultado obtido.

VANNI et al. (2004) avaliaram, radiograficamente, o transporte apical dos canais de 100 primeiros molares superiores extraídos preparados com limas manuais de aço inoxidável e pelos sistemas Quantec 2000, ProFile .04, ProFile *Series* 29.04 e Pow-R. O diâmetro cirúrgico foi definido com os instrumentos Quantec nº 9, ProFile *Series* 29 nº 6 e nº 35, nos demais grupos. Os resultados mostraram transporte apical de  $0,10 \pm 0,04$  mm,  $0,21 \pm 0,06$  mm,  $0,16 \pm 0,07$  mm e  $0,50 \pm 0,11$  mm, nos grupos Pow-R, ProFile .04, ProFile *Series* 29.04, Quantec 2000 e manual, respectivamente. Os autores concluíram que o transporte com os sistemas rotatórios foi menor que o observado na instrumentação manual e que os melhores resultados foram observados com o sistema Pow-R.

VIER et al. (2004) avaliaram o diâmetro anatômico, levando em consideração o fator idade, dos canais méso-vestibular, disto-vestibular e palatino de molares superiores e canais méso-vestibular, méso-linguais e distais de

molares inferiores. Foram realizadas medidas na embocadura do canal, no terço da bifurcação das raízes, no terço médio e a 1 mm do ápice. Os resultados mostraram que existe decréscimo, não homogêneo, do diâmetro dos canais no sentido cérvico-apical, com exceção do canal disto-vestibular do molar superior. O aumento da idade levou a diminuição estatisticamente significativa no diâmetro da embocadura do canal dos molares inferiores, fato não percebido nos molares superiores. A média do diâmetro anatômico do canal méso-vestibular do molar superior foi igual a 27,65mm.

BARROSO et al. (2005) avaliaram, *in vitro*, a influência da utilização de diferentes métodos de preparo cervical, na determinação do diâmetro anatômico. Foram selecionados 50 pré-molares superiores. Os dentes foram divididos em cinco grupos de acordo com o tipo de alargamento cervical realizado: grupo I: sem alargamento cervical; grupo II: broca de Gates-Glidden (2 e 3); grupo III: orifice opener (25.08 e 25.10); grupo IV: ProTaper (S1 e SX); grupo V: LA Axxess (20.06 e 35.06). A determinação do primeiro instrumento que travou em cada canal radicular, no comprimento real de trabalho, foi determinado por meio da lima tipo K, sendo registrado o diâmetro das limas. Após fixados os instrumentos em posição, os ápices foram seccionados, e levados ao microscópio eletrônico de varredura. As fotomicrografias foram digitalizadas e procedeu-se a mensuração do menor diâmetro do canal e do diâmetro do instrumento. A diferença entre esses diâmetros, de acordo com cada grupo, foi submetido à análise estatística, concluindo-se que, o alargamento cervical e médio previamente a instrumentação

do canal radicular permite melhor determinação do seu diâmetro anatômico, o tipo de alargamento interfere na determinação do instrumento apical inicial, a diferença entre o menor diâmetro do canal e o diâmetro do instrumento foi representado pelos seguinte grupos na ordem decrescente: sem alargamento>Gate-Glidden=Orifice Opener>ProTaper>LA Axxess, apresentando a menor discrepância entre o diâmetro do canal e do instrumento aquele alargado com o instrumento LA Axxess, nem sempre o primeiro instrumento que se prende às paredes dentinárias, no comprimento de trabalho, reflete o diâmetro anatômico do canal.

PEREZ; ROUQUEYROL-POURCEL (2005) avaliaram a capacidade de remoção de *debris* e da camada de *smear*, por meio de M. E. V., durante o preparo dos canais radiculares utilizando solução de EDTA a 8% e 15%. Foram utilizados vinte e sete dentes humanos unirradiculares instrumentados de maneira similar, dilatados na sua porção apical até a lima K-file nº35 e irrigados com solução de NaOCL a 3,5%. Os dentes foram divididos em seis grupos variando a irrigação final com solução de EDTA a 8% e 15%, por três e um minuto e com e sem irrigação com solução salina. Os resultados foram submetidos à ANOVA e todos os grupos testados foram estatisticamente diferentes do grupo controle sem irrigação de EDTA ( $p=.0001$ ). O menor score foi obtido no grupo submetido a irrigação com solução de EDTA a 8% por três minutos. Sob essa condição, *in vitro*, a irrigação de EDTA a 8% por três minutos foi tão efetiva quanto a irrigação de EDTA a 15% por um minuto.

YOSHIMINE et al. (2005) avaliaram, por meio de estereomicroscopia, o preparo de 30 canais simulados em resina, em forma de S, com os sistemas K3 Endo, RaCe e ProTaper, com diâmetro cirúrgico definido com o instrumento 30. Os resultados mostraram que, no terço apical, o sistema ProTaper mostrou maior tendência de alargamento, desvio e formação de *zip*. Os autores concluíram que, em caso de canais com curvaturas severas, instrumentos rotatórios mais flexíveis seriam os mais indicados.

SCHÄFER et al. (2005) avaliaram o preparo de 40 canais simulados em resina e 60 canais de dentes extraídos com diferentes ângulos e raios de curvatura, com o sistema FlexMaster, utilizando-se três diferentes motores elétricos, por meio de imagens dos canais obtidas antes e após a instrumentação. Os resultados mostraram que não houve diferença quanto às alterações observadas nos canais em relação aos motores, contudo, nos dentes extraídos, o motor Endo IT favoreceu o preparo dos canais em menor tempo e com menor transporte. Os autores concluíram que, em todos os grupos, houve manutenção do eixo central do canal e que o uso de motores com controle de torque seria adequado quando do preparo de canais curvos.

FALK; SEDGLEY (2005) verificaram a correlação existente entre a ação mecânica da irrigação e o diâmetro cirúrgico na redução bacteriana dos canais radiculares. Para tanto, 30 caninos foram preparados até os instrumentos 36, 60 e 77 Profile .04 Série-29 no comprimento de trabalho. Após o preparo, removeu-se a camada de *smear*, autoclavou-se os dentes e os canais foram inoculados com

suspensão de 15-mul (células  $1 \times 10^8$ ) de *Pseudomonas fluorescens* 5RL. A bioluminescência bacteriana foi aferida antes e após a irrigação de 6 ml de solução irrigante a 1 mm do ápice. Encontrou-se  $26,95 \pm 9,71\%$ ,  $10,46 \pm 5,87\%$  e  $10,64 \pm 6,01\%$  de bactérias remanescentes para os instrumentos 36, 60 e 77 respectivamente, sem diferença estatística significativa entre os dois últimos instrumentos avaliados (Tukey,  $p > 0.05$ ). Conclui-se que a irrigação a 1 mm do ápice foi menos efetiva em canais preparados até o instrumento 36.

BAUGH; WALLACE (2005) revisaram a influência do aumento do diâmetro cirúrgico apical dos canais em relação às características anatômicas da região, bem como a redução microbiana. Os autores concluíram que, em virtude da variação morfológica na região apical dos canais radiculares, dever-se-ia desenvolver uma metodologia que permitisse ao clínico maior facilidade de decisão na determinação da correta ampliação apical e que, embora seja grande a quantidade de publicações neste sentido, havia necessidade de pesquisas complementares.

HÜLSMANN et al. (2005) revisaram os conceitos e técnicas de preparo do sistema de canais radiculares. Os autores enfatizaram que, apesar dos inúmeras pesquisas clínicas publicadas, em relação à qualidade do tratamento endodôntico, a evidência científica final a respeito da influência de diferentes instrumentos e técnicas de preparo ainda permanecia obscura em virtude, principalmente, das diferenças metodológicas que dificultavam ou impediam comparações entre os diferentes estudos. Os autores concluíram que, apesar destas dificuldades, poder-se-ia considerar como certo que o preparo mecânico promove a redução

significativa de bactérias, aumentando a quantidade de *debris* e da camada *smear*. Além disto, o diâmetro cirúrgico deveria ser definido de acordo com as características anatômicas de cada canal.

SIQUEIRA-JÚNIOR (2005) revisou as conseqüências do preparo biomecânico em relação aos tecidos periapicais, com especial ênfase na ocorrência de dor pós-operatória e nos fatores que influenciariam o prognóstico do tratamento endodôntico, além dos possíveis efeitos sistêmicos gerados a partir de procedimentos endodônticos. O autor concluiu que, em virtude dos microrganismos serem os principais responsáveis pela resposta dos tecidos apicais, todos os esforços deveriam ser direcionados para sua erradicação.

RANGEL et al. (2005) avaliaram o preparo de 40 canais simulados em resina, com diferentes ângulos e posições da curvatura, com o sistema RaCe até o diâmetro do instrumento 40/.02. Os resultados mostraram que o tempo de preparo foi, em média, de 1,36'. Em 83% da amostra houve manutenção do comprimento de trabalho, sem formação de *zip*, perfuração ou desvio. Foi observada deformação em três instrumentos. Os autores concluíram que o sistema RaCe foi eficiente e seguro no preparo de canais curvos.

VELTRI et al. (2005) analisaram, radiograficamente, o preparo de 30 canais de molares extraídos, com ângulo de curvatura entre 24 e 69°, com os sistemas *Mtwo* e Endoflare-HERO Shaper. Os resultados mostraram que ambos grupos resultaram em preparos sem alterações, não havendo fratura de instrumento. O tempo de preparo foi, em média, de 124,4" no grupo *Mtwo* e 141,3" no grupo

Endoflare-HERO Shaper. Os autores concluíram que os sistemas testados eram efetivos e seguros para o preparo de canais curvos.

LAM et al. (2005) estudaram a resistência à fratura de raízes mesiais de 39 molares inferiores cujos canais méso-vestibulares foram preparados utilizando limas manuais tipo K de aço inoxidável e os sistemas Lightspeed e ProFile GT. Os resultados indicaram que a carga para a fratura foi, em média, de  $10,2 \pm 4,4$  Kg,  $15,7 \pm 9,1$  kg e  $13,2 \pm 6,1$  kg para os grupos manual, Lightspeed e ProFile GT, respectivamente, sem diferença entre os grupos. Os autores concluíram que mesmo a maior ampliação apical ou aumento de conicidade realizada com os sistemas rotatórios não aumentou a susceptibilidade das raízes à fratura quando comparados à instrumentação manual convencional.

GUELZOW et al. (2005) avaliaram, radiograficamente, o preparo endodôntico dos canais mesiais de 147 molares inferiores com limas Hedström ou com os sistemas FlexMaster, ProSystem GT, HERO 642, K3 Endo, ProTaper e RaCe. Os resultados mostraram que não houve diferença entre os sistemas rotatórios quanto à manutenção do comprimento de trabalho, havendo pouca alteração no ângulo de curvatura. O preparo mais regular foi observado com o sistema ProTaper, apesar do maior índice de fraturas ( $n=3$ ). Os autores concluíram que os sistemas rotatórios permitiram preparos bem centralizados e rápidos, sendo que o sistema ProTaper apresentou canais mais regulares em termos de diâmetro.

PAQUÉ et al. (2005) avaliaram, por meio do sistema de muflas e em M. E. V., o preparo de 50 canais de raízes mesiais de molares inferiores com os sistemas



RaCe e ProTaper. Os resultados mostraram pequena tendência de retificação (< 1°) em ambos os grupos. Não houve diferença com relação à quantidade de *debris*, contudo, o sistema RaCe apresentou melhor remoção da camada *smear* no terço apical. O tempo de preparo foi significativamente menor no grupo ProTaper (90,9") que no RaCe (137,6"). Os autores concluíram que os sistemas testados apresentaram ótima capacidade de centralização e segurança, contudo, nenhum deles foi capaz de remover completamente os *debris* e camada de *smear*.

VANNI et al. (2005) estudaram a influência do preparo cervical na determinação da lima apical inicial, em raízes méso-vestibulares de 50 primeiros molares superiores, por meio de M. E. V. Os dentes foram divididos em cinco grupos de acordo com o tipo de alargamento realizado. A discrepância entre o diâmetro do canal e do instrumento apical inicial foi comparada. Os resultados mostraram que o pré-alargamento realizado com brocas LA Axxess promoveu a menor diferença entre o diâmetro anatômico no comprimento de trabalho e o instrumento apical inicial. Os autores concluíram que o pré-alargamento cervical permitiu melhor determinação do instrumento apical inicial.

PÉCORA et al. (2005) avaliaram a influência do pré-alargamento cervical na determinação do instrumento apical inicial em incisivos centrais superiores com ápice completo. O comprimento de trabalho foi determinado pela lima Tipo K 06 até o comprimento real do dente menos um milímetro. O grupo I não teve alargamento cervical e médio. O grupo II teve o terço cervical e médio alargados com brocas de Gates-Glidden nº 3, 4 e 5. No grupo III o terço cervical e médio foi

alargado com instrumentos Quantec na seqüência 25/.08, 25/.10 e 25/.12 a 3 mm do comprimento real de trabalho. O grupo IV o terço cervical e médio foi alargado com brocas LA Axxess na seqüência 20/.06, 35/.06 e 45/.06 a 3 mm do comprimento real de trabalho. A região apical de cada amostra foi analisada em M. E. V., as imagens foram registradas digitalmente, as diferenças entre o canal e o diâmetro máximo do instrumento foi avaliado em cada amostra. Os autores concluíram que o pré-alargamento dos terços cervical e médio melhora a determinação do instrumento apical inicial. O grupo IV (LA Axxess) criou a relação mais apurada entre o tamanho do instrumento e o diâmetro anatômico, resultados intermediários foram obtidos nos grupos II (Gate-Glidden) e III (Quantec) e as maiores discrepâncias ficaram no grupo I (sem alargamento).

ZMENER et al. (2005) compararam a limpeza das paredes de canais, por meio de M. E. V., de quarenta e cinco pré-molares preparados com instrumentação automatizada e manual. O grupo I usou o sistema Anatomic Endodontic Technology (AET) e o último instrumento no comprimento real de trabalho foi a lima apical nº 3 (equivalente a lima Tipo K nº 30). A instrumentação do grupo II foi realizada com o sistema ProFile e o último instrumento no comprimento real de trabalho foi 30/.04. No grupo III limas Tipo K foram utilizadas e a última lima no comprimento real de trabalho foi a de nº 30. A irrigação foi alternada com NaOCl 5,25% e EDTA 17%. As raízes foram divididas longitudinalmente em metades, após, observadas em M. E. V. a distância de 1, 5 e 10 mm do comprimento real de trabalho. O sistema AET teve significativamente menos *debris e camada de smear*

a 1, 5 e 10 mm quando comparado com o sistema ProFile e manual. Para os três grupos estudados as menores médias da camada de *smear* foram encontradas a 5 mm e 10 mm em comparação com o nível de 1 mm. A limpeza completa não foi obtida por nenhuma técnica de instrumentação investigada.

VERSIANI (2006) comparou, por meio de tomografia computadorizada helicoidal, o tempo de trabalho, o transporte, a direção do transporte, o índice de centralização e o aumento percentual da área de canais preparados com os sistemas rotatórios ProTaper, ProFile e ProSystem GT. Utilizou quarenta molares inferiores, instrumentados até o diâmetro cirúrgico correspondente a 0,30 mm. Concluiu que o tempo de trabalho foi menor com o sistema ProSystem GT, não ocorrendo diferença entre os sistemas quanto ao transporte, índice de centralização e aumento da área preparada. A tendência do transporte ocorreu no sentido mesial.

KUM et al. (2006) avaliaram, por meio da M. E. V., a presença da camada de *smear*, após o preparo biomecânico dos canais radiculares, no terço apical, de quarenta canais mesiais de molares inferiores, com curvatura radicular variando de 30° a 35°. Os espécimes foram divididos em dois grupos. Em um grupo o preparo cervical dos canais radiculares foi realizado com instrumentos ProFile GT na seqüência 20/.12, 20/.10, 20/.08 e 20/.06 e o diâmetro cirúrgico apical foi dilatado até o instrumento ProFile 35/.04. No outro grupo o preparo cervical dos canais foi realizado com instrumentos Quantec 20/.12, 20/.10, 20/.08 e 20/.06 e o diâmetro cirúrgico foi dilatado até o instrumento K3 35/.04. A solução irrigante utilizada foi o

hipoclorito de sódio a 1%. Os autores concluíram que o instrumento K3 formou menos camada de *smear* nas paredes do terço apical dos canais radiculares, que o instrumento ProFile.

SCHÄFER et al. (2006) compararam a eficácia de limpeza e a capacidade de modelagem dos instrumentos rotatórios Mtwo, K3 e RaCe. Foram utilizados 60 canais radiculares de molares superiores e inferiores com curvaturas variando entre 25° e 35°, divididos em três grupos de 20 canais. No grupo que utilizou o instrumento Mtwo o diâmetro apical foi preparado com o instrumento 35/.04, no grupo do K3 e do RaCe o preparo apical foi feito até o instrumento 35/.02. Nenhum dos instrumentos conseguiu limpar completamente os canais, porém os instrumentos Mtwo produziram menos *debris* que os instrumentos K3 e RaCe. Quanto a camada de *smear* não houve diferença significativa entre os três grupos.

PÉCORA; CAPELLI (2006) relataram a mudança no paradigma da instrumentação dos canais radiculares curvos a partir do desenvolvimento de instrumentos confeccionados com diferentes ligas e novas concepções de *design*. Segundo os autores, o paradigma do preparo de canais curvos com instrumentos de aço inoxidável se restringia à ampliação da porção apical com lima 25, haja vista o uso de instrumentos mais calibrosos causarem maior risco de promover alterações indesejadas, como transporte, *zip*, perfurações, desvios, dentre outros. Este paradigma permaneceu vigente até o início do século atual quando o surgimento de novos instrumentos, confeccionados em liga de níquel-titânio, se mostrou eficaz na ampliação apical com instrumentos acima do 45, proporcionando

melhor limpeza, com mínimo transporte. Os autores concluíram que embora seja possível a boa modelagem de canais curvos com instrumentos 25.04 ou 25.06, sua porção apical permaneceria sub-instrumentada, sendo importante a determinação prévia do diâmetro anatômico real do canal, de forma mais acurada, por meio da pré-ampliação dos terços cervical e médio.

JODWAY; HÜLSMANN (2006) avaliaram a manutenção da curvatura original do canal, fratura dos instrumentos, remoção de *debris* e camada de *smear*, no preparo de canais curvos usando dois diferentes sistemas: NiTi-TEE e K3. Cinquenta molares inferiores extraídos, com canais mesiais curvos variando entre 20° e 40°, foram divididos em dois grupos. Em um grupo, 50 canais radiculares foram instrumentados usando o sistema NiTi-TEE até o diâmetro apical 30/.04. No outro grupo, 50 canais radiculares foram preparados com instrumentos K3 até o diâmetro apical 45/.02. A limpeza dos canais foi investigada nos terços apical, médio e cervical, por meio de M. E. V. e o sistema de *score* foi utilizado. Os autores obtiveram *score* I e II para o sistema NiTi-TEE em 74,7% dos casos e para o K3 78,7% dos canais instrumentados. Para a camada de *smear* o sistema NiTi-TEE obteve *score* I e II em apenas 38,7% dos casos e o K3 em apenas 40% das amostras instrumentadas.

KHADEMI et al. (2006) estudaram, por meio de M. E. V., em 40 canais méso-vestibular de primeiros molares inferiores, o diâmetro apical mínimo exigido para conseguir a penetração efetiva da solução irrigante e a eliminação dos *debris* e da camada de *smear*. Os dentes foram divididos em quatro grupos de acordo

com o instrumento apical final (20, 25, 30, 35) e a técnica de instrumentação foi a *crown-down*. Com base nos resultados obtidos, a instrumentação mínima para a penetração da solução irrigante deve ser realizada limas 30.



***Proposição***

A proposta do presente estudo foi avaliar, por meio da análise morfométrica, a limpeza dos canais radiculares determinando a área ocupada por *debris* e sua correlação com o perímetro de atuação dos instrumentos na secção transversal do terço apical, em raízes méso-vestibular de molares superiores com curvatura entre 20° e 40°, raio de curvatura  $\leq 10$  mm e diâmetro anatômico correspondente ao instrumento 25, em diferentes diâmetros cirúrgicos obtidos a partir da utilização dos seguintes instrumentos: 30/.02, 35/.02, 40/.02 e 45/.02.





## ***Material e Métodos***

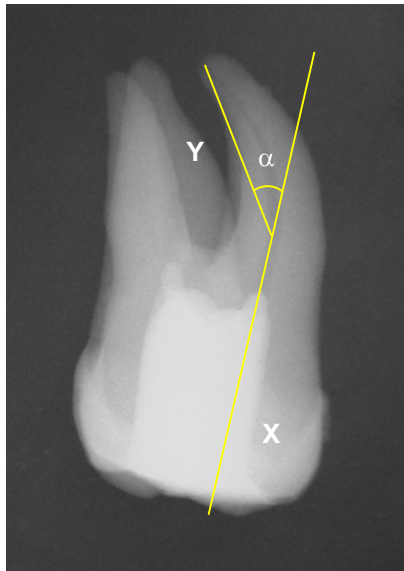
Após a aprovação do projeto desta pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto (Anexo), foram selecionados, por meio dos critérios descritos a seguir, primeiros molares superiores permanentes humanos extraídos que possuíam raiz méso-vestibular com comprimento variando entre 13 e 15 milímetros, determinado por paquímetro digital (Starrett, Itu, São Paulo, Brasil), e curvatura acentuada.

Os molares, inicialmente selecionados por exame visual, foram radiografados a fim de excluir dentes que apresentassem raiz méso-vestibular com calcificações ou reabsorções e para classificação da curvatura da raiz por meio da determinação do ângulo e raio de curvatura.

O exame radiográfico foi feito com filme Agfa Gevaert Dentus M2 tipo 3x4 cm (Heraeus Kulzer, Hanau, Germany), com tempo de exposição de 0,5 segundos e distância objeto-filme de 10 cm. Para tanto, utilizou-se o aparelho de raio-x Prodental (Prodental LTDA, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com potência de 70 Kvp, corrente de 10 mA, cilindro localizador aberto de 20 cm e filtragem total de 1,5 mm de alumínio. Os filmes foram processados manualmente e as radiografias analisadas com auxílio de negatoscópio (Microem, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e, posteriormente, digitalizadas.

O ângulo de curvatura das raízes méso-vestibulares foi determinado por meio da ferramenta *Angle do software* ImageTool 3.0 for Windows (University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX, EUA). A partir da embocadura do canal, traçou-se uma linha no seu longo eixo (x). Em seguida, uma segunda linha

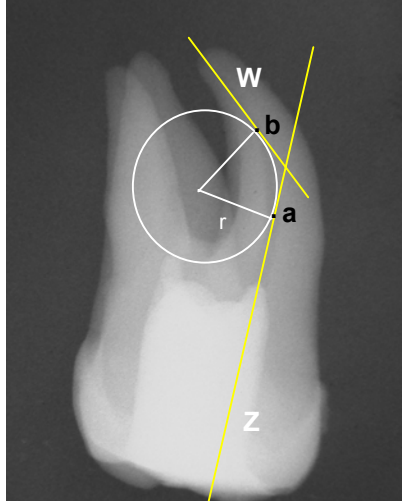
(y), traçada a partir do forame apical, de encontro à primeira, no ponto onde o canal começava a desviar, em razão da curvatura. O ângulo agudo ( $\alpha$ ) formado pela intersecção das linhas foi considerado como ângulo de curvatura da raiz (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema utilizando radiografia do molar superior onde foi traçado o ângulo de curvatura ( $\alpha$ ) da raiz méso-vestibular.

O raio de curvatura das raízes méso-vestibulares foi determinado por meio da ferramenta Dimensão Inclinada do *software* CorelDraw 12 (Corel Corporation, USA). A partir da embocadura do canal, traçou-se uma linha no seu longo eixo (z). Em seguida, foi traçada uma segunda linha (w), a partir da saída do forame, seguindo o longo eixo do canal no terço apical. Em razão da curvatura da raiz, há dois pontos; um em z (a) e um em w (b); onde o canal começa a se desviar e

sobre os quais tangencia um círculo cujo raio ( $r$ ), mensurado em milímetro, foi definido como raio de curvatura do canal (Figura 2).

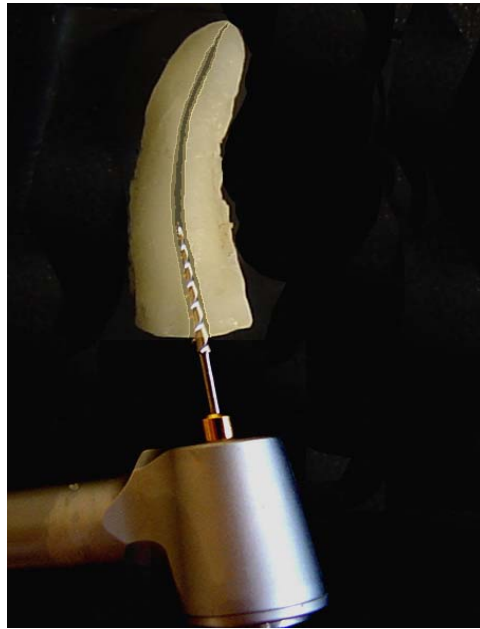


**Figura 2.** Esquema utilizando radiografia do molar superior onde foi traçado o raio de curvatura ( $r$ ) da raiz méso-vestibular.

As raízes méso-vestibulares foram, então, seccionadas com broca troncônica em alta rotação (Zekrya, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), sob refrigeração, perpendicularmente ao longo eixo do dente, abaixo da junção cimento-esmalte.

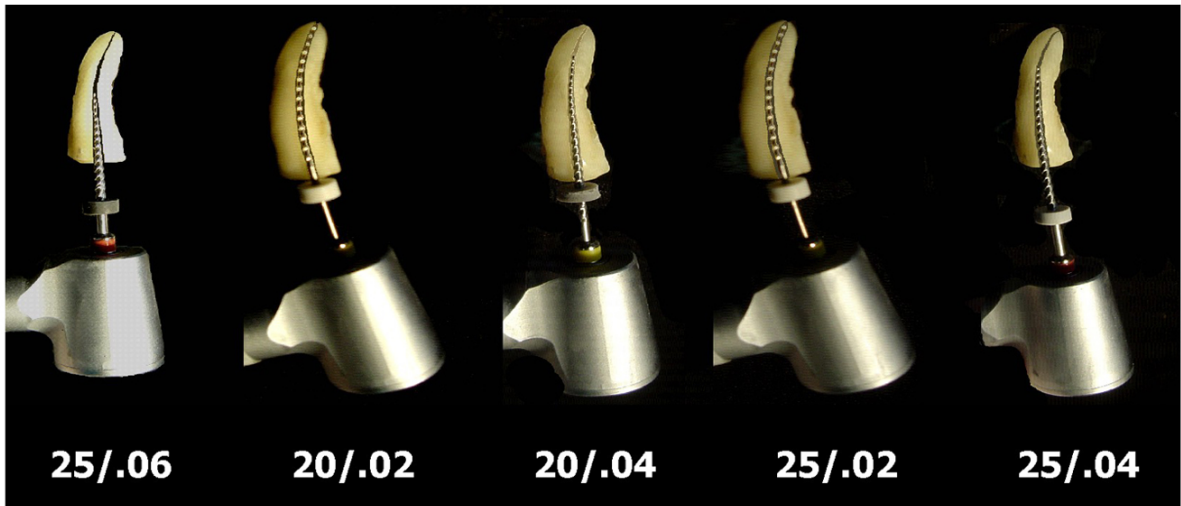
Para determinação do comprimento de trabalho nestas raízes, uma lima 10 tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi cuidadosamente introduzida no interior do canal radicular até que sua ponta coincidisse com o forame apical, deste comprimento foi subtraído 1 mm.

Inicialmente, o terço cervical das raízes foi preparado com o instrumento Endoflare (Micro-Mega, Besançon, França), substituído a cada dez usos, (Figura 3) com o objetivo de possibilitar a determinação do seu diâmetro anatômico.



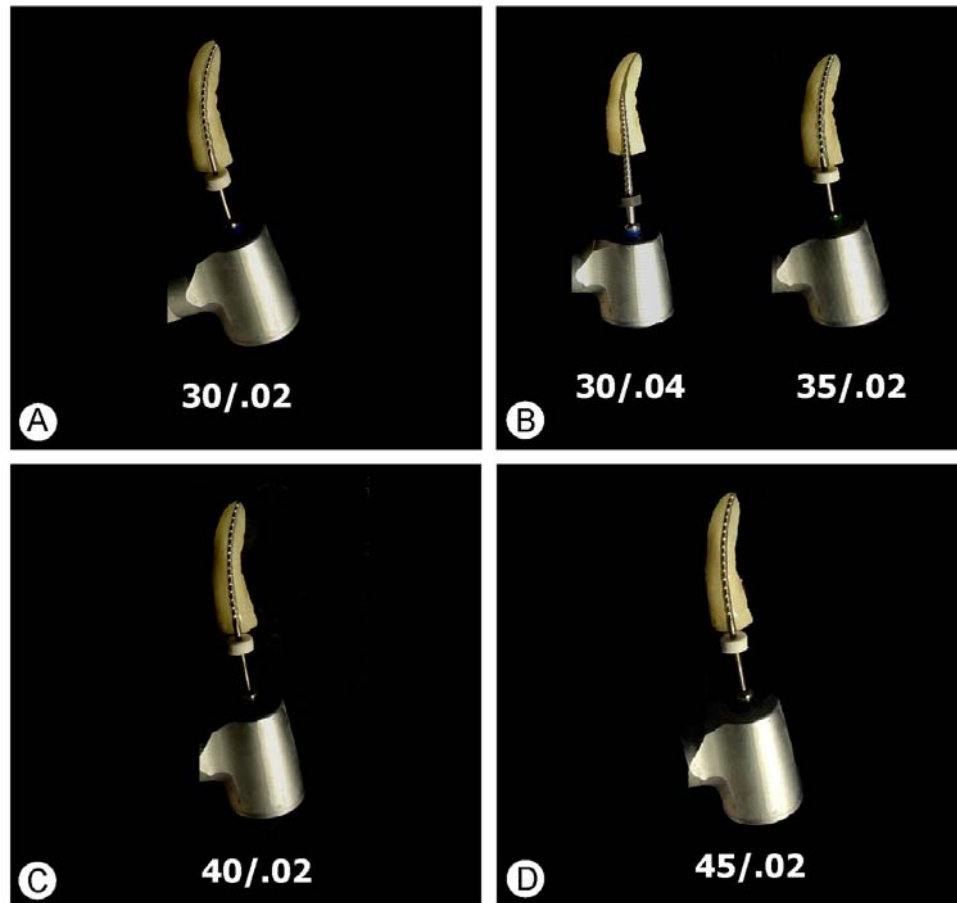
**Figura 3.** Esquema do preparo cervical com o instrumento EndoFlare.

A partir destes procedimentos, selecionou-se a amostra deste estudo, que constou de 40 raízes méso-vestibulares de primeiros molares superiores humanos com comprimento entre 13 e 15 milímetros, ângulo de curvatura entre 20° e 40°, raio de curvatura  $\leq 10$  mm e diâmetro anatômico correspondente ao instrumento 25. Todas as raízes foram submetidas ao preparo biomecânico com sistema Hero 642 na seguinte seqüência de instrumentos: 25/.06; 20/.02; 20/.04; 25/.02; 25/.04 (Figura 4). Os instrumentos *taper* 02 foram utilizados no comprimento de trabalho.



**Figura 4.** Esquematização da seqüência de instrumentos utilizados no preparo biomecânico comum a todos os grupos.

A seguir, os espécimes preparados, conforme ilustração das Figuras 3 e 4, foram distribuídos, aleatoriamente, em 4 grupos, de acordo com a seqüência de instrumentos que culminou na instrumentação com diferentes diâmetros cirúrgicos 30/.02; 35/.02; 40/.02; 45/.02, respectivamente, conforme pode ser observado na Figura 5.



**Figura 5.** Esquemática da seqüência de instrumentos utilizados no preparo biomecânico nos diferentes grupos variando o diâmetro cirúrgico. A. Grupo I - 30/.02; B. Grupo II - 30/.04 e 35/.02; C. Grupo III - 40/.02 e D. Grupo IV - 45/.02.

O motor utilizado para acionar os instrumentos rotatórios foi o TC 3000 (Nuvag, TCM Endo, Goldach, Suíça) a 375 rpm (Figura 6).



**Figura 6.** Motor TC 3000 (Nuvag) utilizado neste experimento.

Após cada instrumento utilizado, os canais foram irrigados com 2 ml de água destilada, usando seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, USA) e agulha NavITip (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, USA). A aspiração foi feita com ponta siliconizada (Capillary tip, Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, USA).

Vale salientar, que os instrumentos eram substituídos após preparo de 10 espécimes.



### **Preparo histológico**

Após o término do preparo biomecânico, os espécimes foram colocados em recipientes individuais devidamente identificados, contendo solução de formol a 10%, por um período de 48 horas.

Os espécimes, após a fixação, foram submetidos aos seguintes processos: descalcificação em ácido tricloroacético a 10%, desidratação, diafanização, inclusão em parafina, secção seriada com cortes de 6  $\mu\text{m}$  de espessura e coloração com hematoxilina e eosina.

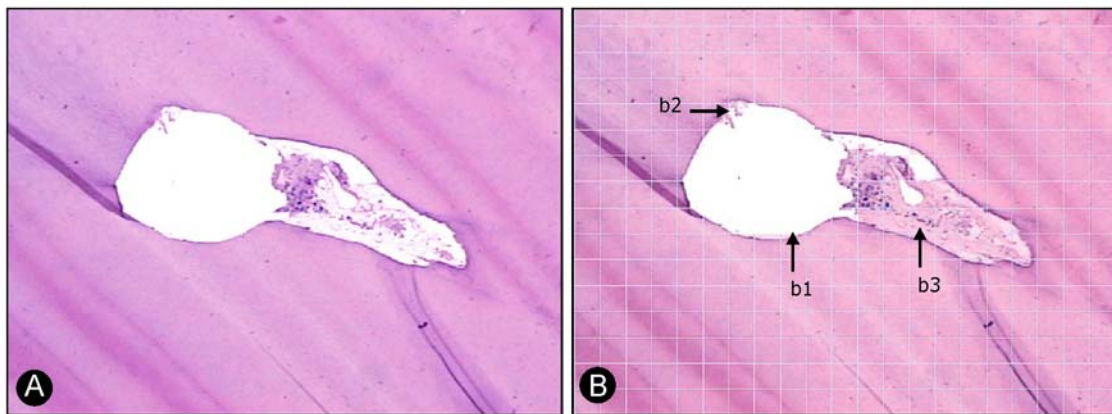
### **Análise morfométrica**

Para o estudo morfométrico, foram selecionados 10 cortes do terço apical de cada espécime. Com a finalidade de tornar a amostra mais homogênea foi escolhido o primeiro corte; a partir da região oposta ao forame apical; os 50 cortes subsequentes foram descartados e o corte 51 foi selecionado para morfometria. Seguindo esta metodologia, selecionou-se 10 cortes de cada raiz.

Um microscópio óptico (Nikon<sup>®</sup>, Eclipse E 600, Japão) com ocular de 4X/0.13 e objetiva de ampliação de 10X/25 foi utilizado, obtendo-se aumento final de 40X. As imagens foram capturadas por meio do *software Adobe Photoshop 5.1*.

*Determinação da área ocupada por debris:*

As imagens digitalizadas foram analisadas utilizando-se a grade de integração do *software* Corel Photo Paint 12, que permitiu a contagem dos pontos presentes dentro do canal radicular, coincidentes com as áreas limpas e com as áreas com *debris* (Figura 7).



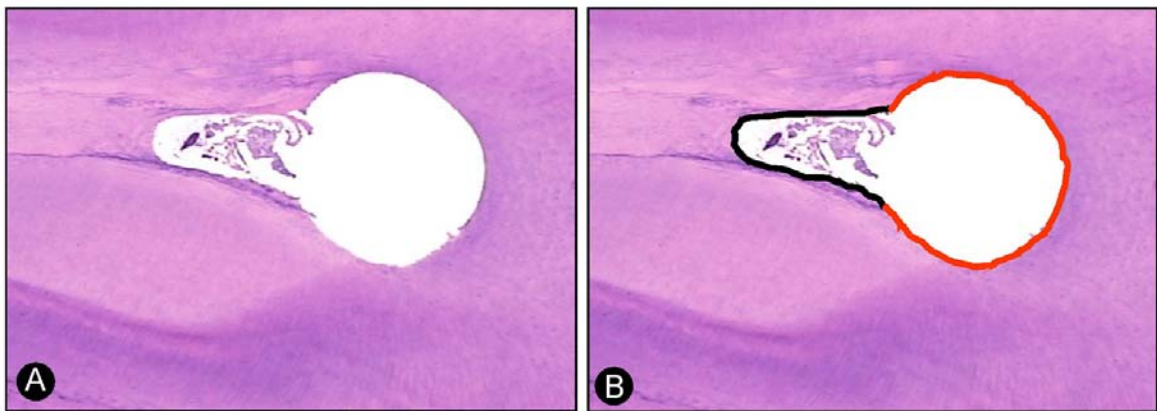
**Figura 7.** A. Fotomicrografia da região apical (40X). B. Imagem com a grade de integração sobreposta para a contagem de áreas com e sem *debris*. As setas indicam regiões sem *debris* (b1) e com *debris* (b2 e b3).

A área do canal radicular na secção transversal foi considerada como o número de pontos presentes nos limites da luz do mesmo (área limpa e com *debris*), sem preocupação de se estabelecer seu valor absoluto.

Após a contagem dos pontos que coincidiram com a área limpa e dos pontos das áreas não limpas do canal radicular, calculou-se a porcentagem dos pontos da secção transversal do canal radicular com *debris*.

*Determinação do perímetro de ação do instrumento:*

A determinação do perímetro de ação do instrumento endodôntico na secção transversal do canal radicular foi realizada com auxílio do *software Scion Image for Windows*. Foram medidos o perímetro total da secção e o perímetro das paredes não tocadas pelo instrumento. A atuação do instrumento na parede do canal foi determinada a partir das seguintes observações: regularidade da superfície, mudança brusca da continuidade da parede do canal radicular e remoção, parcial ou total, da pré-dentina. Dessa forma, foi possível calcular a porcentagem de dentina na secção transversal onde não houve a ação do instrumento (Figura 8).

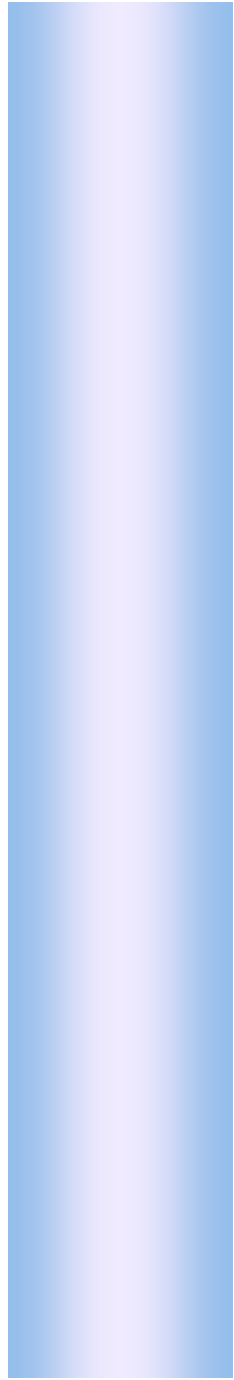


**Figura 8.** A. Fotomicrografia da região apical (40X). B. Imagem mostrada em A com as linhas demarcando as áreas onde houve contato do instrumento (linha vermelha) e onde não houve contato (linha preta).

### **Análise estatística**

A análise estatística dos dados obtidos foi realizada com auxílio do *software* GMC 8.1, desenvolvido pelo Prof. Dr. Geraldo Maia Campos, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

Foram realizados testes preliminares com o objetivo de determinar se a distribuição amostral era normal ou não normal. Confirmada a normalidade da amostra foram realizados então os testes paramétricos análise de variância e Tukey. Também foi realizado o teste de correlação de Pearson, com o objetivo de determinar a relação entre as duas variáveis, quantidade de *debris* e área não tocada.



***Resultados***

### ***Determinação da área ocupada por debris***

Os dados originais correspondentes à porcentagem de *debris* encontradas no terço apical do canal radicular estão expressos na Tabela I.

**Tabela I.** Porcentagem da área da secção transversal do canal radicular com detritos.

Terço Analisado	Grupos			
	I	II	III	IV
Apical	28.24	21.90	20.60	10.90
	36.74	27.28	7.80	14.38
	23.38	16.48	10.80	14.90
	54.84	21.28	23.60	7.60
	23.28	39.93	13.90	8.80
	33.58	19.82	9.44	12.30
	40.56	26.76	8.06	18.30
	28.84	19.40	24.68	13.30
	39.93	35.24	16.98	12.80
	36.87	25.22	22.36	14.60
Média e Desvio Padrão	34,62 ± 9,49	25,33 ± 7,37	15.82 ± 6,66	12,78 ± 3,11

Os dados originais foram submetidos aos cálculos dos parâmetros amostrais, que sugeriram que a distribuição amostral era normal. (Tabela II).

**Tabela II.** Parâmetros amostrais. Valores originais.

Parâmetros amostrais	Valores
Somados erros amostrais	0,0000
Soma dos quadrados dos erros	1761.4473
Termo de correção	0,0000
Varição total	1761.4473
Média geral da amostra	0,0000
Variância da amostra	45.1653
Desvio padrão da amostra	6.7205
Erro padrão da média	1.0626
Mediana (dados agrupados)	-0.8401
Número de dados da amostra	40.0000
Dados abaixo da média	14.0000
Dados iguais à média	16.0000
Dados acima da média	10.0000

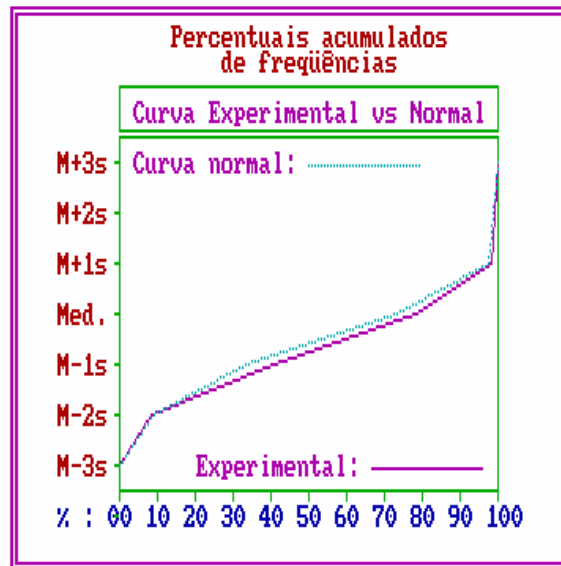
Calculou-se, então, a distribuição das freqüências por intervalo de classe e acumuladas, representada na Tabela III.

**Tabela III.** Distribuição das freqüências absolutas e acumuladas dos dados amostrais.

A- Freqüência por intervalos de classe							
Intervalos de classe	M-3s	M-2s	M-1s	Méd.	M+1s	M+2s	M+3s
Freqüência absoluta	0	0	0	0	0	0	0
Em valores percentuais	0,0	5,0	30,0	40,0	20,0	2,5	2,5
B- Freqüência acumulada							
Intervalos de classe	M-3s	M-2s	M-1s	Méd.	M+1s	M+2s	M+3s
Freqüência absoluta	0	2	14	30	38	39	40
Em valores percentuais	0,0	5,0	35,0	75,0	95,0	97,5	100,0

Com os dados de freqüência acumulados, traçou-se uma curva experimental à qual foi sobreposta uma curva normal matemática. A discrepância entre as duas

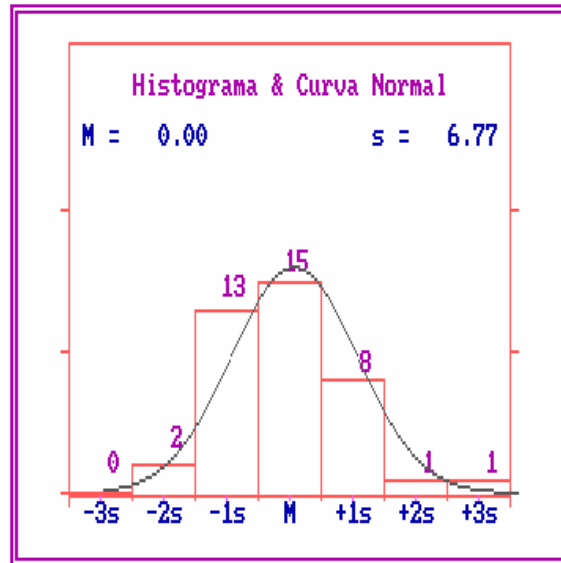
curvas demonstra seu grau de aderência. Observa-se na Figura 9, que as curvas normal e experimental estão bastante próximas entre si, indicando haver normalidade entre as amostras testadas.



**Figura 9.** Gráfico dos percentuais acumulados das curvas normal e experimental.

Traçou-se o histograma de frequência da distribuição dos erros amostrais e a curva normal, o qual pode ser visto na Figura 10, onde observa-se a distribuição central dos dados experimentais e certa simetria dos dados ao redor da média, com números aproximadamente equivalentes abaixo e acima dela, o que é um indício de que a distribuição dos erros amostrais é normal.





**Figura 10.** Histograma de freqüência da distribuição dos erros amostrais e curva normal.

A seguir, realizou-se o teste de aderência da distribuição de freqüência por intervalo de classe da distribuição normal em relação à mesma distribuição dos dados amostrais. Verificou-se a probabilidade da distribuição experimental ser normal (Tabela IV).

**Tabela IV.** Teste de aderência da distribuição de freqüência à curva normal.

Freqüência por intervalos de classe							
Intervalos de classe	M-3s	M-2s	M-1s	Méd.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	0,44	5,40	24,20	39,89	24,20	5,40	0,44
Curva experimental	0,00	5,00	30,00	40,00	20,00	2,50	2,50
Cálculo do Qui Quadrado							
Graus de liberdade	4	<b>Interpretação:</b>					
Valor do Qui Quadrado	3,71	<b>A distribuição amostral testada é normal</b>					
Probabilidade de Ho	44,72%						

A análise do conjunto de resultados obtidos nesses testes preliminares levou à conclusão de que a distribuição amostral era normal, o que conduziu para a

realização da análise estatística paramétrica, cujos resultados são observados a seguir.

O teste estatístico paramétrico que melhor se adaptou ao modelo experimental foi a análise de variância, por se tratar de um teste que permite a comparação de múltiplos dados independentes. Os resultados da análise de variância podem ser vistos na Tabela V.

**Tabela V.** Análise de variância. Valores originais:

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr. Médios	(F)	Prob. (Ho)
Entre colunas	2928,49	3	976,1634	19,95	0,000%
Resíduo	1761,44	36	48,9291		
Varição total	4689,93	39			

A análise de variância demonstrou haver diferença estatística entre um ou outro grupo ( $p < 0,01$ ). A partir deste resultado o teste de Tukey foi utilizado para saber quais grupos foram diferentes entre si.

**Tabela VI.** Teste de Tukey: entre grupos, médias amostrais.

Grupos	Médias	Valor crítico (0,05)
I (30/.02)	34,62 ♠	8,43
II (35/.02)	25,23 ♦	
III (40/.02)	15,82 ♣	
IV (45/.02)	12,78 ♣	

Símbolos iguais significam dados estatisticamente semelhantes.

O teste de Tukey acusou diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os Grupo I (Hero 30/.02) e Grupo II (Hero 35/.02) e entre estes e os Grupo

III (Hero 40/.02) e Grupo IV (Hero 45/.02), que por sua vez apresentaram-se semelhantes estatisticamente ( $p>0,05$ ).

### Determinação do perímetro de ação do instrumento

Os dados originais correspondentes à porcentagem de dentina da secção transversal do canal radicular onde não houve a ação do instrumento estão expressos na Tabela VII.

**Tabela VII.** Porcentagem da dentina radicular da secção transversal apical onde não houve a ação do instrumento. Valores originais.

Terço Analisado	Grupos			
	I	II	III	IV
Apical	51.75	47.40	40.11	27.26
	54.51	51.96	22.17	35.79
	50.06	42.21	34.80	42.91
	62.62	44.16	50.24	21.39
	51.42	58.78	40.69	21.87
	54.51	44.03	31.22	27.86
	61.97	50.68	22.51	47.57
	52.93	43.73	50.54	32.65
	61.08	56.97	40.07	32.11
	55.64	50.44	48.59	37.11
Média e Desvio Padrão	55,64 ± 4,62	49,03 ± 5,70	38,08 ± 10,44	32,65 ± 8,51

O mesmo tratamento estatístico preliminar realizado para a determinação da área ocupada por *debris* foi realizado para análise desta variável. Os dados originais foram submetidos aos testes preliminares que evidenciaram que a distribuição amostral era normal, o que conduziu para a realização da análise

estatística paramétrica, análise de variância. Os resultados da análise de variância podem ser vistos da Tabela VIII.

**Tabela VIII.** Análise de variância.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr. Médios	(F)	Prob. (Ho)
Entre colunas	3260,64	3	1086.88	18,31	0,001%
Resíduo	2137.04	36	59.36		
Varição total	5397,69	39			

A análise de variância demonstrou haver diferenças estatísticas entre os grupos estudados ( $p < 0,01$ ). Utilizou-se então o teste de Tukey para saber quais grupos foram diferentes (Tabela IX).

**Tabela IX.** Teste de Tukey: entre grupos, médias amostrais.

Grupos	Médias	Valor crítico (0,05)
I (30/.02)	55.64 ♠	9,29
II (35/.02)	48.33 ♠	
III (40/.02)	39.18 ♣	
IV (45/.02)	32.59 ♣	

Símbolos iguais significam dados estatisticamente semelhantes.

Ao analisar as médias referentes à porcentagem de dentina da secção transversal do canal radicular não tocada pelos instrumentos, o teste de Tukey não acusou diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os Grupos I (Hero 30/.02) e II (Hero 35/.02). Os Grupos III (Hero 40/.02) e IV (Hero 45/.02) apresentaram semelhança estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), sendo ambos, estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) dos Grupos I (Hero 30/.02) e II (Hero 35/.02).

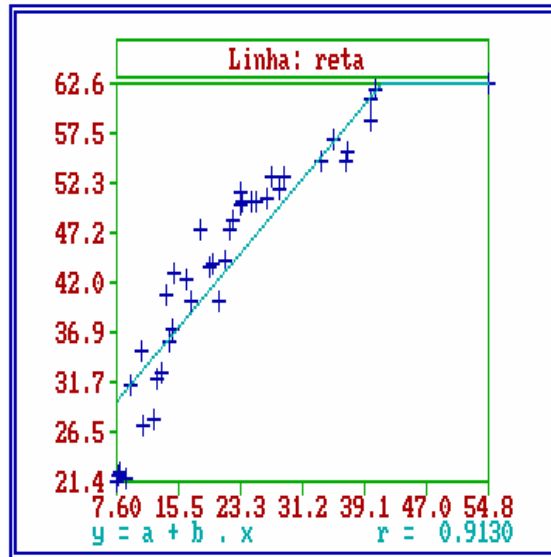
Após a análise estatística das duas variáveis, foi aplicado o coeficiente de correlação de Pearson (Tabela X).

O teste de Pearson permite estudar o comportamento de duas variáveis ao mesmo tempo, buscando detectar uma possível relação proporcional coerente entre a variação de uma função da variação da outra. Deste modo possibilitou avaliar a existência de correlação entre as variáveis limpeza e área da secção transversal do canal radicular tocada pelo instrumento, uma vez que ambas as medidas foram realizadas no mesmo corte transversal (Figura 11).

A análise da Tabela X permite observar que o valor de  $r$  obtido no teste (0,9130) indica uma correlação direta entre as variáveis, uma vez que se aproxima muito do valor = 1 (correlação direta perfeita), ou seja quando menor foi a área tocada pelo instrumento, maior foi a quantidade de *debris* encontrada, sendo assim uma proporcionalidade direta.

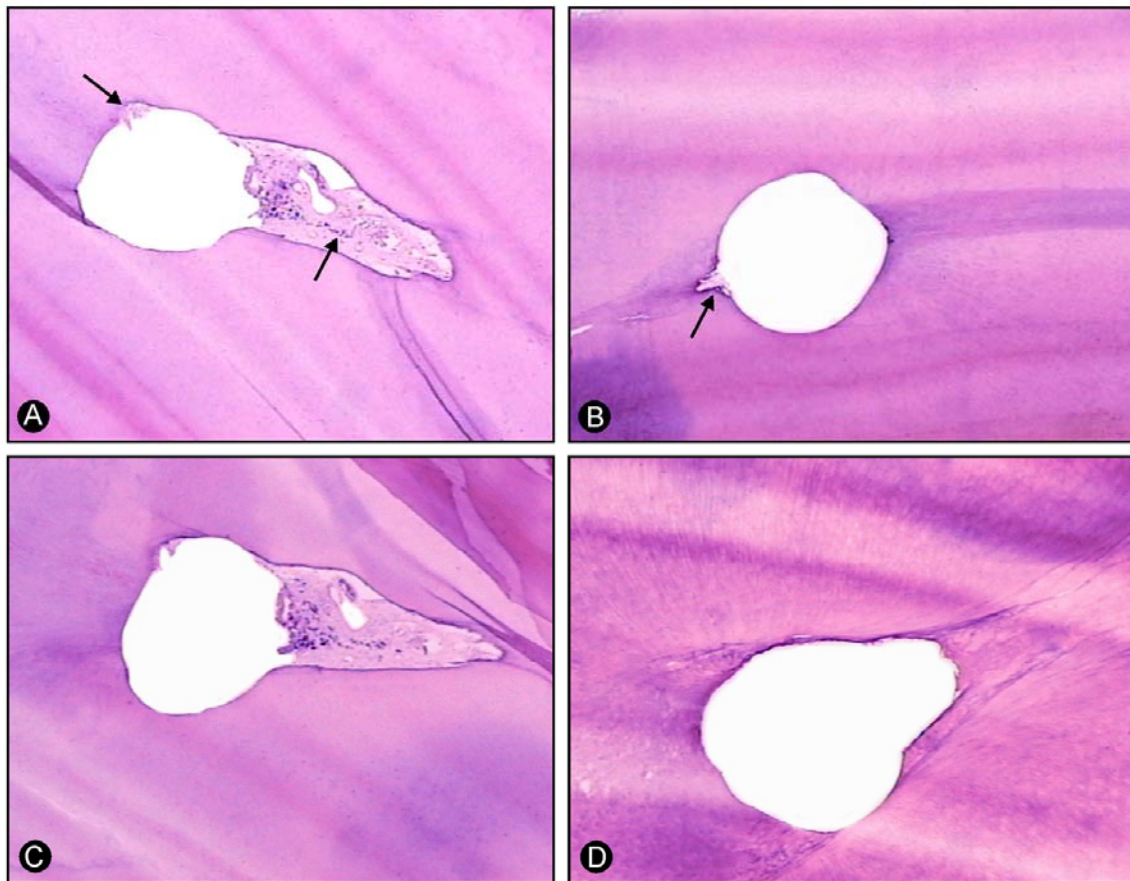
**Tabela X.** Teste de Correlação de Pearson: entre a área ocupada por debris e o perímetro de ação dos instrumentos.

Resultados do teste de correlação de Pearson	
Valor do $r$ calculado	0.9130
Graus de liberdade	38
Probabilidade de $H_0$	0.0000%
H. correlação ao nível de 1%(alfa=0.01)	

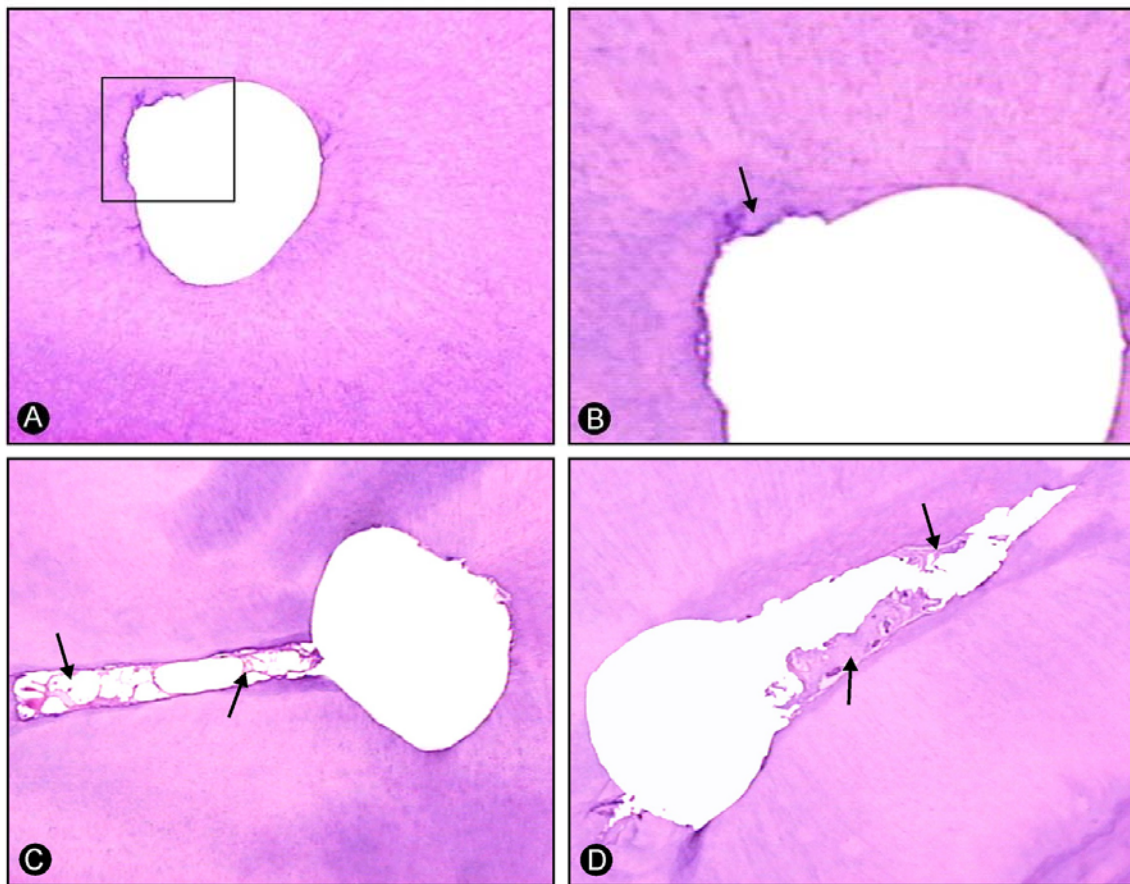


**Figura 11.** Gráfico de dispersão da correlação e regressão linear.

As fotomicrografias das Figuras 12, 13, 14 e 15 são representativas do conjunto de superfícies radiculares estudadas nos diferentes grupos.

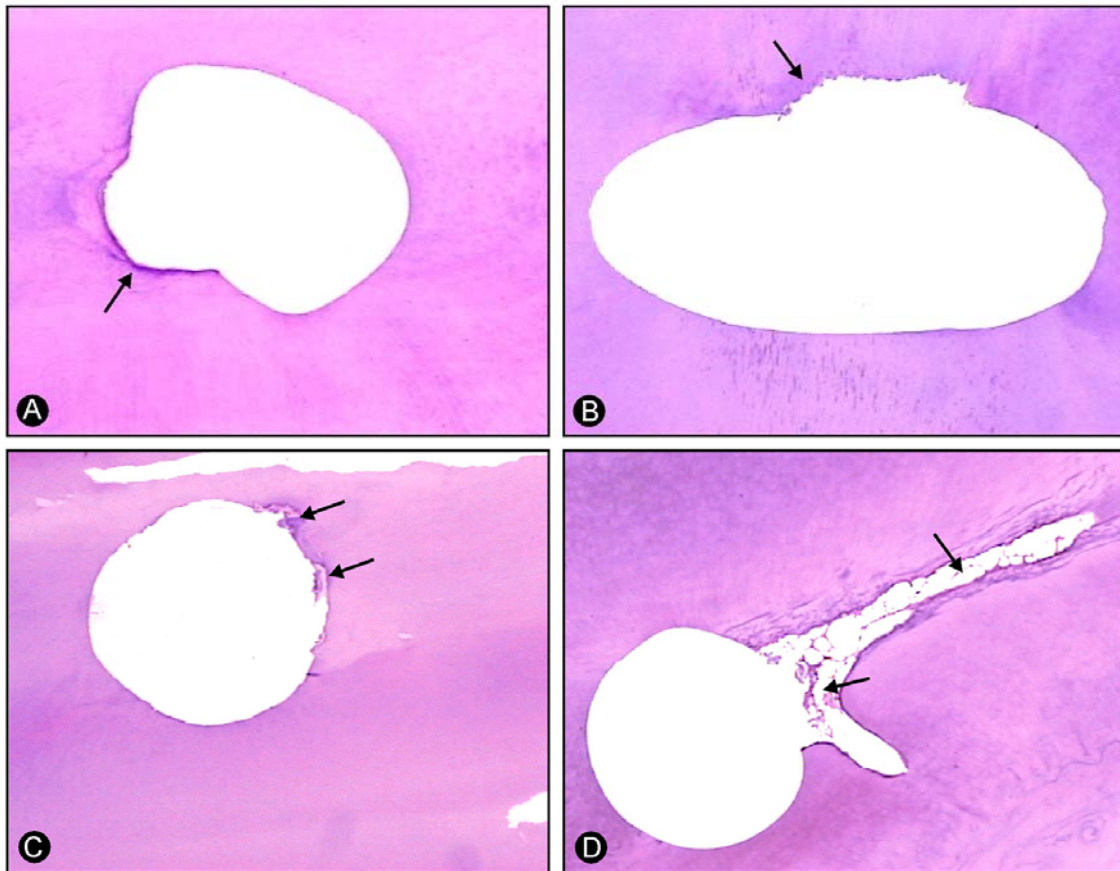


**Figura 12.** Fotomicrografias da região apical dos espécimes do Grupo I, com aumento de 40x. A. Visão panorâmica de um corte que apresenta área com *debris* no istmo e na luz do canal instrumentado (setas). B. Canal com configuração circular e istmo com *debris* (seta). C. Aspecto geral de um canal com forte achatamento méso-distal e presença de *debris* na região que não foi instrumentada. Notar a polarização do preparo. D. Canal com leve achatamento.

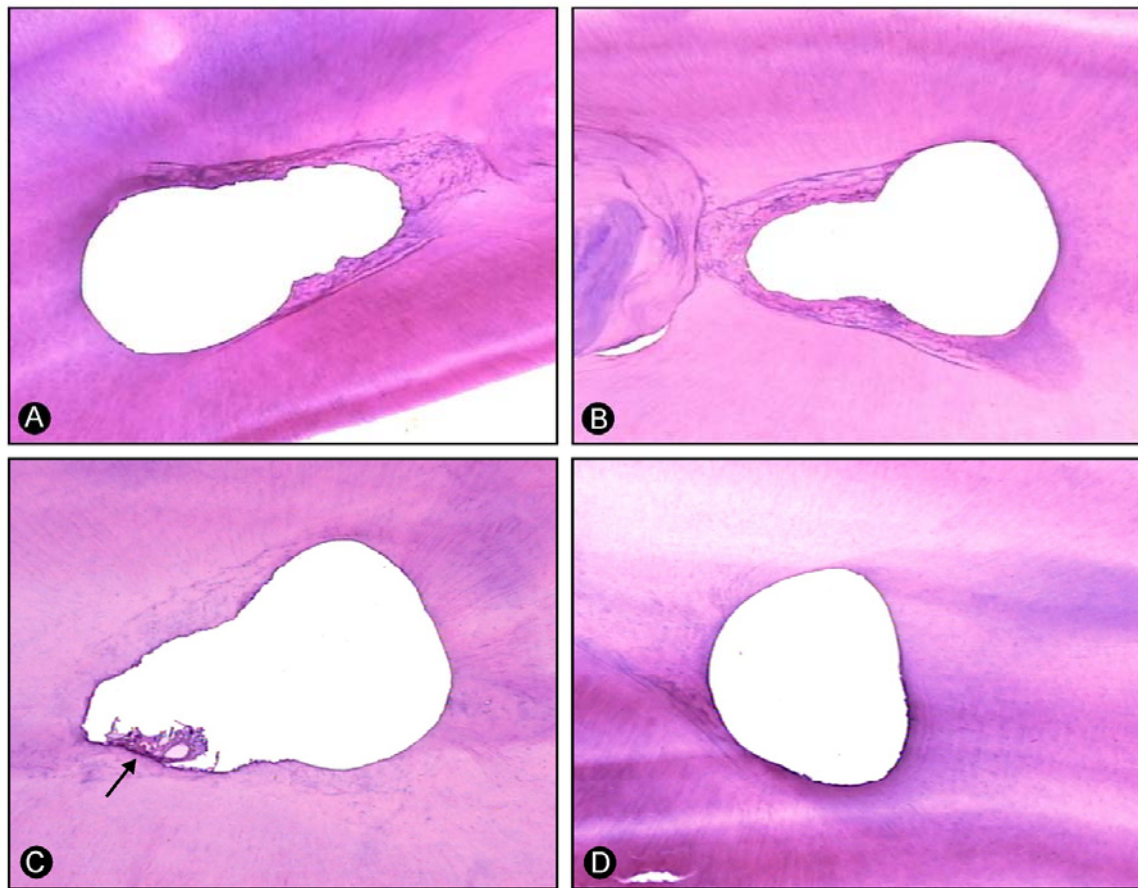


**Figura 13.** Fotomicrografias da região apical dos espécimes do Grupo II. A. Canal com configuração circular (40X). B. Detalhe do canal mostrado em (A) onde não houve atuação do instrumento, deixando superfície irregular seta (100X). C e D. Presença de *debris* no istmo e em parte do canal onde não houve ação do instrumento (setas), com aumento de 40X.

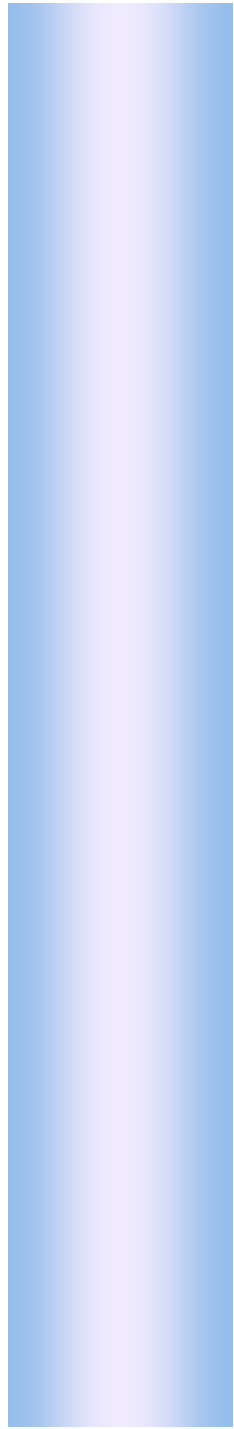




**Figura 14.** Fotomicrografias da região apical dos espécimes do Grupo III, com aumento de 40X. A e B. Visão panorâmica da luz de canais que evidencia ausência de *debris*, com regiões onde o instrumento não teve ação (setas). Canal com característica circular e presença de *debris* (setas). D. Notar a complexidade anatômica e achatamento mesio-distal, com a presença de *debris* onde não houve o toque do instrumento nas paredes do canal radicular (setas).



**Figura 15.** Fotomicrografias da região apical dos espécimes do Grupo IV, com aumento de 40X. A e B. Visão panorâmica da luz dos canais evidenciando ausência de *debris*. C. Canal com leve achatamento e presença de *debris* (seta). D. Canal com forma circular e ausência de *debris*.



## ***Discussão***

O desenvolvimento dos sistemas mecanizados que utilizam instrumentos de Ni-Ti é uma inovação tecnológica na Endodontia que vem proporcionando uma série de mudanças conceituais no preparo biomecânico do canal radicular. Esses novos paradigmas devem-se principalmente às diferentes características inerentes às limas manuais de aço inoxidável e aos instrumentos de Ni-Ti, tais como, *tip* inativo, variação de *taper*, aumento do ângulo helicoidal, ângulo de corte neutro ou negativo e banda radial, o que tem causado conflitos nas pesquisas em relação à determinação dos diâmetros anatômico e cirúrgico (WU et al., 2002; BARROSO et al., 2005; VANNI et al., 2005; PÉCORA; CAPELLI, 2006).

Na era da instrumentação manual, quanto mais severa a curvatura da raiz, menor era o diâmetro cirúrgico, prevenindo danos irreversíveis às paredes do canal, uma vez que limas de menor diâmetro, por serem mais flexíveis, tinham menor potencial de promover transporte (ROANE et al., 1985). Nesta fase, as técnicas de preparo biomecânico dos canais radiculares curvos ficavam restritas à lima 25 (BAUGH; WALLACE, 2005).

As técnicas de preparo biomecânico propostas a partir da introdução dos instrumentos de Ni-Ti tinham ainda como base o paradigma da instrumentação manual, suportado na prevenção de acidentes iatrogênicos (BAUGH; WALLACE, 2005). Seguindo este pressuposto, BUCHANAN (2000, 2001) estabeleceu que o diâmetro cirúrgico em canais curvos deveria corresponder aos instrumentos 20 ou 25, com aumento progressivo da conicidade do canal.

Deve-se, porém, considerar que a determinação do diâmetro cirúrgico pode estar relacionada à correta determinação do diâmetro anatômico. O estabelecimento do diâmetro anatômico baseado na habilidade de detectar, por meio da sensibilidade tátil, a constrição apical do canal radicular foi considerado por WU et al. (2002) método subjetivo e inadequado para realização desta etapa do preparo biomecânico. Dessa maneira, no presente estudo, a determinação do diâmetro anatômico foi realizada após prévio alargamento do terço cervical, conforme preconizado por WU et al. (2002); BARROSO et al. (2005) e VANNI et al. (2005). Foram selecionados espécimes com diâmetro anatômico compatível com o instrumento 25.

Outro critério utilizado na seleção de raízes para composição da amostra foi o ângulo de curvatura das raízes mensurado a partir da radiografia orto-radial do elemento avaliado, utilizando o método de SCHNEIDER (1971) e os parâmetros descritos por PRUETT et al. (1997), que relacionaram a geometria do canal ao transporte e, conseqüentemente, à limpeza durante o preparo biomecânico. Segundo os autores, dois canais podem ter o mesmo ângulo de curvatura, porém, raios diferentes. Assim, quanto menor for o raio, mais abrupta é a curvatura e maior influência no transporte, dificultando o toque dos instrumentos em todas as paredes do canal radicular. As raízes méso-vestibulares selecionadas para o presente estudo tinham canais com ângulo de curvatura variando de 20° a 40° e raios de curvatura  $\leq 10$  mm.

A ampliação apical sugerida por WEINE (1972) propõe que o canal seja instrumentado a partir do instrumento que determina o diâmetro anatômico mais três ou quatro instrumentos, em ordem crescente de diâmetro, assim, ocorrerá a remoção de 150 a 200  $\mu\text{m}$  de dentina nesta região.

Com o propósito de estabelecer a influência do diâmetro cirúrgico na limpeza do terço apical de canais curvos, decidiu-se, no presente estudo, fazer uma análise com diâmetros variando de 30 a 45. A seleção desses parâmetros baseou-se em dois aspectos:

1. A proposta de utilizar três a quatro instrumentos acima do diâmetro anatômico, resultando na remoção de 150 a 200  $\mu\text{m}$  de dentina, conforme já discutido anteriormente;
2. As divergências observadas na literatura consultada em relação à determinação do diâmetro cirúrgico.

KHADEMI et al. (2006) observaram que o menor alargamento para penetração adequada das soluções no terço apical é o correspondente ao instrumento 30. Segundo estes autores, é desnecessário remover maiores quantidades de dentina na região apical do canal quando o preparo cervical é realizado adequadamente.

WU; WESSELINK (1995) e BARBIZAM et al. (2002) recomendaram a instrumentação acima da lima 40 para remover maior quantidade de *debris*, proporcionando melhores resultados de limpeza no terço apical.

Em relação à desinfecção do canal radicular, ROLLISON et al. (2002) e BAUGH; WALLACE (2005) demonstraram que a instrumentação acima da lima 30 reduz o número de bactérias, aumenta os efeitos antimicrobianos das soluções irrigantes e previne o crescimento bacteriano tardio após a limpeza e modelagem dos canais radiculares. Por outro lado, YARED; DAGHER (1994) observaram em seu estudo que a lima 25 foi tão eficiente na redução de microrganismos quanto a lima 40, quando associado a medicação intra-canal a base de hidróxido de cálcio. Já, COLDERO et al. (2002) afirmaram que o alargamento excessivo não é necessário para redução de bactérias intra-radiculares.

Em relação aos resultados obtidos, no presente estudo, para a porcentagem de *debris* remanescentes após a instrumentação, o teste de Tukey evidenciou diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos I (Hero 30/.02) e II (Hero 35/.02). Os grupos III (Hero 40/.02) e IV (Hero 45/.02) foram estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ) e diferentes estatisticamente dos grupos I e II ( $p < 0,05$ ). Assim, pôde-se observar que houve melhor limpeza no terço apical quando foram utilizados os instrumentos de maior calibre, ou seja, 40 e 45.

Observou-se ainda por meio da análise do perímetro da secção transversal do canal radicular tocado pelos instrumentos, que quando o diâmetro cirúrgico foi determinado com os instrumentos 40 e 45, houve maior contato dos instrumentos com as paredes do canal radicular.

Esses resultados estão de acordo com os relatos de HÜLSMANN et al. (2003) e GUELZOW et al. (2005), que sugeriram que a maior ampliação na porção apical dos canais de molares poderia ser vantajosa, já que possibilitaria maior probabilidade do instrumento tocar nas paredes de dentina.

PETERS et al. (2001) demonstraram que 35 a 40% das paredes do canal permaneceram intocadas quando o mesmo foi ampliado até o instrumento 40, estes valores estão muito próximos dos obtidos no presente estudo (38,1 e 32,6%) com os instrumentos 40 e 45, respectivamente.

Segundo o teste de Pearson, existe correlação matemática direta entre a limpeza obtida no interior dos canais radiculares e a maior atuação destes instrumentos nas paredes do canal radicular, ocasionando deslocamento do tecido pulpar aderido à pré-dentina e facilitando sua remoção pela ação física da irrigação-aspiração, que, no presente estudo, foi realizada com água para que não houvesse ação química de solvência de tecido. Essa ampliação da região apical, presumivelmente, pode melhorar a ação das diferentes soluções irrigantes e bem como da medicação intracanal.

Contrariamente, KHADEMI et al. (2006) afirmaram ser desnecessária a ampliação do diâmetro cirúrgico além do instrumento 30, que é o menor alargamento possível para possibilitar a penetração adequada das soluções no terço apical, quando o preparo cervical é realizado adequadamente. Observa-se, no entanto, que não houve por parte dos autores a preocupação com a determinação do diâmetro anatômico, o que pode levar a sub-instrumentação.



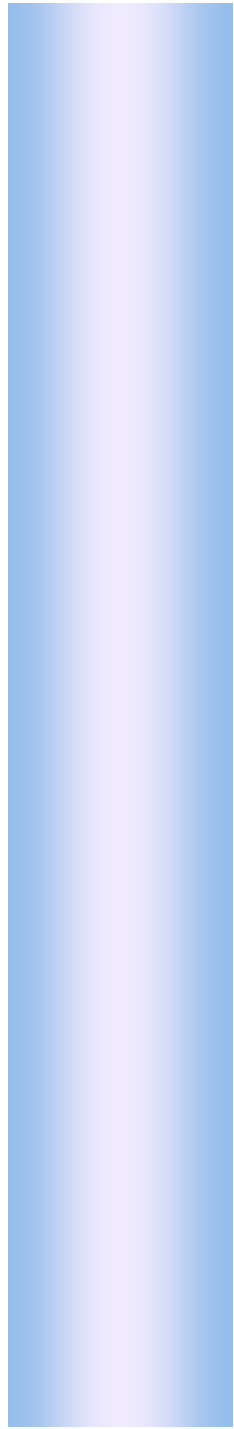
Apesar de demonstrar a remoção da camada de *smear* com instrumento 30, tem-se que levar em consideração outros fatores, não somente o calibre, mas também o *taper* do instrumento, como fizeram ALBRECHT et al. (2004) ao definir que a remoção de *debris* é mais efetiva usando *taper* .04, .06 e .08 com instrumentos 40. Quando foi usado *taper* .10 não foram encontradas diferenças significativas entre estes e os instrumentos 20 e 40.

Outro fator considerado é a desinfecção por meio do preparo mecânico, pois se aumentar o diâmetro cirúrgico, conseqüentemente tem-se maior possibilidade de remoção de bactérias no interior dos túbulos dentinários. CARD et al. (2002) e FALK; SEDGLEY (2005) realizaram estudos microbiológicos *in vivo* e *ex vivo*, respectivamente, e demonstraram que quanto maior foi o calibre do instrumento final, maior foi a desinfecção promovida.

Deve-se ressaltar que a proposta de aumento do diâmetro cirúrgico em raízes com curvatura acentuada, o qual não era possível com as limas de aço inoxidável, está suportada em estudos que demonstraram que o preparo biomecânico com instrumentos rotatórios por não promover transporte significativo possibilita a instrumentação com diâmetro cirúrgico maior, instrumentos 40, 45 ou 50 (HÜLSMANN et al., 2003; WEIGER et al., 2003; LAM et al., 2005), possibilitando assim a instrumentação com diâmetro cirúrgico maior.

Apesar dos avanços obtidos, há ainda a necessidade de se determinar o potencial da ação mecânica dos instrumentos de Ni-Ti para a determinação de protocolos que possibilitem maior toque nas paredes dos canais radiculares que,

associado a soluções irrigantes com propriedades específicas, levaria à maior efetividade da limpeza do canal radicular.



***Conclusão***

Por meio dos resultados obtidos a partir da metodologia empregada, parece lícito concluir que:

1. Nenhuma das seqüências de alargamento utilizadas foi capaz de promover total remoção de *debris* na região apical dos canais radiculares estudados.
2. Nenhuma das seqüências utilizadas propiciou a ação dos instrumentos da totalidade das secções da dentina radicular estudadas.
3. Observou-se ainda por meio da análise do perímetro da secção transversal do canal radicular tocado pelos instrumentos, que quando o diâmetro cirúrgico foi finalizado com os instrumentos 40 e 45, houve um maior contato dos instrumentos com as paredes do canal radicular.
4. Existe uma relação direta entre o contato dos instrumentos com as paredes dos canais radiculares e a remoção de *debris*.



***Referências***

ALBRECHT, L. J.; BAUMGARTNER, J. C.; MARSHALL, J. G. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of Profile GT files. **J. Endod.**, v. 30, n. 6, p. 425-428, 2004.

ARRUDA, M. P.; SOUSA, Y. T. C. S.; CRUZ-FILHO, A. M.; SOUSA-FILHO, F. J.; SOUSA-NETO, M. D. Análise histológica da capacidade de limpeza promovida pela instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio, em canais radiculares com achatamento méso-distal, utilizando diferentes soluções químicas auxiliares do preparo biomecânico. **J. Bras. Endod.**, v. 4, n. 13, p. 141-147, 2003.

AYAR, L. R.; LOVE, R. M. 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.**, v. 37, n. 9, p. 593-601, 2004.

BARATTO-FILHO, F.; CARVALHO JR., J. R.; FARINIUK, L. F.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORÁ, J. D.; CRUZ-FILHO, A. M. Morfometric analysis of the effectiveness of different concentration of sodium hypochlorite associated with rotary instrumentation for root canal cleaning. **Braz. Dent. J.**, v. 15, n. 1, p. 36-40, 2004.

BARBIZAM, J. V. B.; FARINIUK, L. F.; MARCHESAN, M. A.; PECORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Effectiveness of manual and rotatory instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. **J. Endod.**, v. 28, n. 5, p. 365-366, 2002.

BARROSO, J. M.; GUERISOLI, D. M. Z.; CAPELLI, A.; SAQUY, P. C.; PÉCORA, J. D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size maxillary premolars: SEM analysis. **Braz. Dent. J.**, v. 16, n. 1, p. 30-34, 2005.

BAUGH, D.; WALLACE, J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. **J. Endod.**, v. 31, n. 5, p. 333-340, 2005.

BAUMANN, M. A. Nickel-titanium: options and challenges. **Dent. Clin. North Am.**, v. 48, n. 1, p. 55-67, 2004.

BERTRAND, M. F.; LUPI-PEGURIER, L.; MEDIONI, E.; MULLER, M.; BOLLA, M. Curved molar root canal preparations using Hero 642 rotary nickel-titanium instruments. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 8, p. 631-636, 2001.

BRYANT, S. T.; THOMPSON, S. A.; AL-OMARI, M.; DUMMER, P. M. H. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO size tips in simulated root canals: Part1. **Int. Endod. J.**, v. 31, n. 4, p. 275-81, 1998.

BUCHANAN, L. S. The standardized-taper root canal preparation - Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. **Int. Endod. J.**, v. 33, n. 6, p. 516-529, 2000.

BUCHANAN, L. S. The standardized-taper root canal preparation - Part 2. GT file selection and safe handpiece-driven file use. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 1, p. 63-71, 2001.

CALBERSON, F. L. G.; DERROOSE, C. A. J. G.; HOMMEZ, G. M. G.; DE MOOR, R. J. G. Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals.

**Int. Endod. J.**, v. 37, n. 9, p. 613-623, 2004.

CARD, J. C.; SIGURDSSON, A.; ØSTRAVIK, D.; TROPE, M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. **J. Endod.**, v. 28, n. 11, p. 779-783, 2002

COLDERO, L. G.; MCHUGH, S.; MACKENZI, D.; SAUNDERS, W. P. Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 5, p. 437-446, 2002.

FALK, K. W.; SEDGLEY, C. M. The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro. **J. Endod.**, v. 31, n. 10, p. 742-745, 2005.

FARINIUK, L. F.; BARATTO-FILHO, F.; CRUZ-FILHO, A. M.; SOUSA-NETO, M. D. Histologic analysis of the cleaning of mechanical endodontic instruments activated by the ENDOflash system. **J. Endod.**, v. 29, n. 10, p. 651-653, 2003.

FRAJLICH, S.; GOLDBERG, F.; ROITMAN, M. Estudio comparativo entre tres sistemas mecanizados de instrumentación endodóntica. **Rev. Assoc. Odontol. Argent.**, v. 89, n. 3, p. 236-240, 2001.

GUELZOW, A.; STAMM, O.; MARTUS, P.; KIELBASSA, A. M. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 10, p. 743-752, 2005.



HARLAN, A. L.; NICHOLLS, J. I.; STEINER, J. C. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with the balanced-force technique. **J. Endod.**, v. 22, n. 8, p. 410-413, 1996.

HÜLSMANN, M.; RÜMMELIN, C.; SHÄFERS, F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. **J. Endod.**, v. 23, n. 5, p. 301-306, 1997.

HÜLSMANN, M.; SCHADE, M.; SCHÄFERS, F. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 7, p. 538-546, 2001.

HÜLSMANN, M.; GRESSMANN, G.; SCHÄFERS, F. A comparative study of root canal preparation using Flexmaster and HERO 642 rotatory NI-TI instruments. **Int. Endod. J.**, v. 36, n. 5, p. 358-366, 2003.

HÜLSMANN, M.; PETERS, O. A.; DUMMER, P. M. H. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. **E. Topics**, v. 10, n. 1, p. 30-76, 2005.

JODWAY, B.; HÜLSMANN, M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary instruments. **Int. Endod J.**, v. 39, n. 1, p. 71-80, 2006.

KARAGÖZ-KÜÇÜKAY, I.; ERSEV, H.; ENGIN-AKKOCA, E.; KÜÇÜKAY, S.; GÜRISOY, T. Effect of rotational speed on root canal preparation with HERO 642 rotatory NI-TI instruments. **J. Endod.**, v. 29, n. 7, p. 447-449, 2003.

KHADEMI, A.; YAZDIZADEH, M.; FEIZIANFARD, M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. **J. Endod.**, v. 32, n. 5, p. 417-420, 2006.

KUM, K-Y.; KAZEMI, R. B.; CHA, B. Y.; ZHU, Q. Smear layer production of K3 and ProFile NI-TI rotary instruments in curved root canals: a comparative SEM study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 101, n. 4, p. 536-541, 2006.

KUTTNER, Y. Microscopic investigation of root apices. **J. Am. Dent. Ass.**, v. 50, n. 5, p. 544-552, 1955.

LAM, P. P. S.; PALAMARA, J. E. A.; MESSER, H. H. Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation. **J. Endod.**, v. 31, n. 7, p. 529-532, 2005.

LOPES, H. P.; ELIAS, C. N.; ESTRELA, C.; SIQUEIRA JR, J. F.; FONTES, P. P. Influência de limas endodônticas de niti e de aço inoxidável, manuais e acionadas a motor no deslocamento apical. **Rev. Bras. Odont.**, v. 54, n. 2, p. 67-70, 1997.

MARROQUIN, B. B.; EL-SAYED, M. A. A.; WILLERSHAUSEN-ZONNCHEN, B. Morphology of the physiological foramen: Maxillary and mandibular molars. **J. Endod.**, v. 30, n. 5, p. 321-328, 2004.

PAQUÉ, F.; MUSH, U.; HÜLSMANN, M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NI-TI instruments. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 1, p. 8-16, 2005.

PARK, H. A. Comparison of Greater Taper files, ProFiles, and stainless steel files to shape curved root canals. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 91, n. 6, p. 715-718, 2001.

PÉCORA, J. D.; CAPELLI, A.; GUERISOLI, D. M. Z.; SPANÓ, J. C. E.; ESTRELA, C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 7, p. 430-435, 2005.

PÉCORA, J. D.; CAPELLI, A. Shock of paradigms on the instrumentation of curved root canals. **Braz. Dent. J.** v. 17, n. 1, p. 3-5, 2006.

PEREIRA, A. J. A.; FIDEL, R. A. S.; FIDEL, S. R.; DUARTE, M. A. H. Instrumentação de canais artificiais curvos com limas manuais de níquel – titânio ProFile série 29. **J. B. E.**, v. 5, n. 17, p. 136-140, 2004.

PEREZ, F.; ROUQUEYROL-POURCEL, N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root-canal walls: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 99, n. 3, p. 383-387, 2005.

PETERS, O.; BARBAKOW, F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopy study. **J. Endod.**, v. 26, n. 1, p. 6-10, 2000.

PETERS, O. V.; LAIB, A.; GÖHRING, T. N.; BARBAKOW, F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. **J. Endod.**, v. 27, n. 1, p. 1-6, 2001.

PRUETT, J. P.; CLEMENT, D. J.; CARNES JR., D. L. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. **J. Endod.**, v. 23, n. 2, p. 77-85, 1997.

RANGEL, S.; CREMONESE, R.; BRYANT, S.; DUMMER, P. Shaping ability of RaCe rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. **J. Endod.**, v. 31, n. 6, p. 460-463, 2005.

ROANE, J. B.; SABALA, C. L.; DUNCANSON JR., M. G. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. **J. Endod.**, v. 11, n. 5, p. 203-211, 1985.

RÖDIG, T.; HÜLSMANN, M.; MÜHGE, M.; SCHÄFERS, F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 11, p. 919-928, 2002.

ROLLISON, S.; BARNETT, F.; STEVENS, R.H. Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 94, n. 3, p. 366-371, 2002.

SCHÄFER, E.; SCHLINGEMANN, R. Efficiency of rotary nickel-titanium k3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **Int. Endod. J.**, v. 36, n. 3, p. 208-217, 2003.

SCHÄFER, E.; ERLER, M.; DAMMASCHKE, T. Influence of different types of automated devices on the shaping ability of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 9, p. 627-636, 2005.

SCHÄFER, E.; ERLER, M.; DAMMASCHKE, T., Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part. 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved canals of extracted teeth. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 3, p. 203-212, 2006.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent. Clin. Nor. Am.**, v. 18, n. 2, p. 269-296, 1974.

SCHNEIDER, S. W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 32, n. 2, p. 271-275, 1971.

SHORT, J. A.; MORGAN, L. A.; BAUMGARTNER, J. C. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. **J. Endod.**, v. 23, n. 8, p. 503-507, 1997.

SIQUEIRA-JÚNIOR, J. F.; ARAÚJO, M. C. P.; GARCIA, P. F.; FRAGA, R. C.; DANTAS, C. J. S. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. **J. Endod.**, v. 23, n. 8, p. 499-502, 1997.

SIQUEIRA-JÚNIOR, J. F. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. **E. Topics**, v. 10, n. 1, p. 123-147, 2005.

SUFFRIDGE, C. B.; HARTWELL, G. R.; WALKER, T. L. Cleaning efficiency of nickel-titanium GT and .04 rotary files when used in a torque-controlled rotary handpiece. **J. Endod.**, v. 29, n. 5, p. 346-348, 2003.

SZEP, S.; GERHARDT, T.; LEITZBACH, C.; LUDER, W.; HEIDERMANN, D. Preparation of severely curved root canals using engine-driven rotary and conventional hand instruments. **Clin. Oral Investig.**, v. 5, n. 1, p. 17-25, 2001.

TAN, B. T.; MESSER, H. H. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. **J. Endod.**, v. 28, n. 9, p. 658-664, 2002.

THOMPSON, S. A. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. **Int. Endod. J.**, v. 33, n. 4, p. 297-310, 2000.

USMAN, N.; BAUMGARTNER, J. C.; MARSHALL, J. G. Influence of instrument size on root canal debridement. **J. Endod.**, v. 30, n. 2, p. 110-112, 2004.

VANNI, J. R.; ALBUQUERQUE, D. S.; REISS, C.; BARATTO-FILHO, F.; LIMONGI, O.; DELLA-BONA, A. Apical displacement produced by rotary nickel-titanium instruments and stainless steel files. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 12, n. 1, p. 51-55, 2004.

VANNI, J. R.; SANTOS, R.; LIMONGI, O.; GUERISOLI, D. M. Z.; CAPELLI, A.; PÉCORA, J. D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary molars: SEM analysis. **Braz. Dent. J.**, v. 16, n. 3, p. 181-186, 2005.

VELTRI, M.; MOLLO, A.; MANTOVANI, L.; PINI, P.; BALLERI, P.; GRANDINI, S. A comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved canals. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 9, p. 610-617, 2005.

VERSIANI, M. A. **Análise comparativa ex vivo dos efeitos do preparo de canais curvos com diferentes sistemas rotatórios, por meio de tomografia computadorizada helicoidal.** Ribeirão Preto, 2006, 179p. Dissertação de mestrado – Faculdade de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP.

VIER, F. V.; TOCHETTO, F. F.; ORLANDI, L. I.; XAVIER, L. L.; MICHELON, S.; BARLETTA, F. B, Avaliação in vitro do diâmetro anatômico de canais radiculares de molares humanos, segundo a influência da idade. **J.B.E.**, v. 5, n. 16, p. 52-60, 2004.

WALIA, H.; BRANTLEY, W. A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. **J. Endod.**, v. 14, n. 7, p. 346-351, 1988.

WALTERS, M. J.; BAUMGARTNER, J. C.; MARSCHALL, G. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. **J. Endod.**, v. 28, n. 12, p. 837-839, 2002.

WALTON, R. E.; TORABINEJAD, M. Esvaziamento e instrumentação. **Princípios e Práticas em Endodontia.** 2ª ed., Trad de Ana Julia Perroti Garcia, São Paulo, Livraria Santos Editora LTDA, 2002, cap. 13, p. 201-233.

WEIGER, R.; ELAYOUTI, A.; LÖST, C. Efficiency of hand rotary instruments in shaping oval root canals. **J. Endod.**, v. 28, n. 8, p. 580-583, 2002.

WEIGER, R.; BRÜCKNER, M.; ELAYOUTI, A.; LÖST, C. Preparation of curved root canals with rotary FlexMaster instruments compared to Lightspeed instruments and NiTi hand files. **Int. Endod. J.**, v. 36, n. 7, p. 483-490, 2003.

WEINE, F. **Endodontic therapy**. 1. ed. St. Louis: C.V. Mosby, 1972. p. 209 –22.

WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 79, n. 4, p. 492-496, 1995.

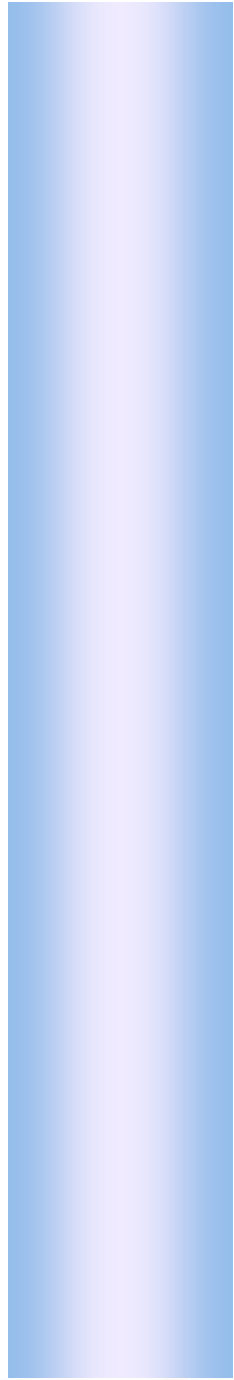
WU, M. K.; BARKIS, D.; RORIS, A.; WESSELINK, P. R. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 3, p. 264-267, 2002.

YARED, G. G.; DAGHER, B. F. E. Influence of apical enlargement on bacterial infection during treatment of apical periodontics. **J. Endod.**, v. 20, n. 11, p. 535-537, 1994.

YOSHIMINE, Y.; ONO, M.; AKAMINE, A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. **J. Endod.**, v. 31, n. 5, p. 373-375, 2005.

ZMENER, O.; PAMEIJER, C. H.; BANEGAS, G. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: a scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 6, p. 356-363, 2005.





***Anexo***



Ribeirão Preto, 21 de março de 2006.

Prezado Senhor,

Vimos por meio desta informar que Comitê de Ética em Pesquisa da UNAERP - Universidade de Ribeirão Preto analisou e aprovou sem restrições, o Projeto intitulado **“Análise de limpeza de canais radiculares submetidos ao preparo biomecânico com diferentes diâmetros cirúrgicos”**, tendo como pesquisadora **“Profº Drº Manoel D. de Sousa Neto”**, registrado sobre o **Comét: 084/05**.

Temos ciência de que os estudos estão sendo conduzidos na Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP.

Solicitamos que o senhor encaminhe os relatórios parciais e finais, bem como envie-nos possíveis emendas e novos termos de consentimento livre e esclarecido, notifique qualquer evento adverso sério ocorrido no centro e novas informações sobre a segurança do estudo para que possamos fazer o devido acompanhamento.

Atenciosamente,

**Profª Drª Luciana Rezende Alves Oliveira**  
**Coordenadora do Comitê em Pesquisa da UNAERP**  
**Universidade de Ribeirão Preto**