UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

**Análise, através de tomografia computadorizada, do
preparo promovido pelo alargamento cervical em
molares inferiores e sua influência na determinação do
diâmetro anatômico apical por meio de MEV**

HOMERO CASONATO JUNIOR

Ribeirão Preto
2011

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

HOMERO CASONATO JUNIOR

**Análise, através de tomografia computadorizada,
do preparo promovido pelo alargamento cervical
em molares inferiores e sua influência na
determinação do diâmetro anatômico apical por
meio de MEV**

Ribeirão Preto
2011

HOMERO CASONATO JUNIOR

**Análise, através de tomografia computadorizada, do
preparo promovido pelo alargamento cervical em
molares inferiores e sua influência na determinação do
diâmetro anatômico apical por meio de MEV**

Tese apresentada na Faculdade de
Odontologia de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo para a obtenção
do grau de Doutor em Odontologia, área de
concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto

Ribeirão Preto
2011

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatura do autor: _____

Data: ____/____/____

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do
Serviço da Biblioteca – EEC-USP**

Casonato Jr., Homero

Análise, através de tomografia computadorizada, do preparo promovido pelo alargamento cervical em molares inferiores e sua influência na determinação do diâmetro anatômico apical por meio de MEV. Ribeirão Preto, 2011.

-85 p. : il.; 1 cm

Tese de Doutorado, apresentada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora, área Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto

1. Desgaste Cervical. 2. Diâmetro anatômico. 3. Desvio. 4. Índice Centralização.

Este trabalho de pesquisa foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Dedicatória

À minha esposa **Juliana**, companheira sempre presente fonte de amor compreensão e carinho, pelos momentos em que minha ausência tornou difíceis os dias e noites.

Aos meus filhos **Rafael, Guilherme e Henrique** fonte de inspiração e dedicação para minha busca constante por aperfeiçoamento técnico e científico. Que eu possa transmitir a importância de uma boa educação e busca pelo conhecimento.

A **Deus** pelo dom da vida e fonte de conforto e esperança.

Aos meus Pais **Homero e Elza** pela dedicação de uma vida em proporcionar educação, ensino e apoio baseado em carinho, compreensão e amor.

As minhas irmãs **Larissa e Fabiana** sempre presentes nos desafios diários da clínica odontológica.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. **Jesus Djalma Pécora** pela oportunidade de cursar seus ensinamentos.

Aos Professores de Pós-Graduação durante a realização do Doutorado, **Luís Pascoal Vansan, Ricardo Gariba Silva e Luiz Carlos Pardini**, pelos conhecimentos e experiências transmitidos.

Ao amigo **Marco Aurélio Versiani** pelos seus esforços, trabalho, reflexões e sua amizade os quais foram fundamentais para a realização e finalização desta pesquisa.

Ao amigo **Cid Alonso Manicardi** companheiro nos percalços da vida acadêmica e na difícil, mas prazerosa atividade de ensinar.

Aos amigos, **Alexandre Capelli, Fábio Seixas, Rodrigo Ribeiro, Douglas Ceccin, Frank Ykeda, José Antonio Brufato Ferraz, José Estevam Vieira Ozório** pelo companheirismo durante o curso.

Aos técnicos **Reginaldo Santana da Silva e Luiza Godói Pitol** do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, por sua prontidão em auxiliar em todos os momentos.

Ao secretário **Carlos Feitosa dos Santos** do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, pela prontidão em auxiliar nas questões burocráticas do curso tornando esta passagem extremamente tranquila.

A todos aqueles que de uma ou outra maneira tornou minha passagem por Ribeirão Preto cheia de alegria e, assim, possibilitaram que esta experiência de vida fique gravada para sempre em meu coração. Sentirei, sem dúvida, grandes saudades de todos.

Resumo

CASONATO JR., H. **Análise, através de tomografia computadorizada, do preparo promovido pelo alargamento cervical em molares inferiores e sua influência na determinação do diâmetro anatômico apical por meio de MEV.** 2011. 85 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

O objetivo no presente estudo foi avaliar, por meio de tomografia computadorizada *cone beam*, o transporte do canal, o aumento da área do canal e o desgaste da dentina intrarradicular na região voltada para a furca de molares inferiores com diferentes instrumentos e verificar a influência do desgaste na determinação do instrumento apical inicial (IAI) por meio de MEV. Os dentes foram dispostos (n=10) em três bases de resina (corpos de prova) de acordo com o tipo de preparo cervical e submetidos ao escaneamento em tomógrafo computadorizado de feixe cônico. Em seguida foi realizado o preparo cervical nos canais mesiais G1: Gattes-Glidden 2 e 3 nos canais mesiais e 3 e 4 no distal; G2 LA Axxess 20.06 e 35.06 nos canais mesiais e 35.06 e 45.06 no canal distal. Concluído o preparo do terço cervical os corpos de prova foram submetidos a novo exame tomográfico. O IAI foi determinado inserindo-se passivamente limas tipo K de aço inox, seqüencialmente a partir da lima #10 até obter a sensação de travamento do instrumento no comprimento de trabalho, em seguida este instrumento foi fixado utilizando-se adesivo à base de cianoacrilato para posterior corte apical e observação em MEV. O índice de centralização não mostrou diferença estatística entre os grupos estudados. O aumento percentual da área do canal pós preparo apresentou diferença estatisticamente significativa apenas no canal mesio-lingual ($p=0,023$), o desgaste da dentina intraradicular na região voltada para a furca foi estatisticamente diferente somente na raiz distal. Os resultados mostraram que o percentual médio de ocupação da área do canal pelo IAI não apresentou diferença estatística entre os grupos estudados. Concluiu-se que o desgaste da região de cervical com Gates-Glidden e LA Axxes não influenciou na determinação precisa do diâmetro anatômico apical nos canais de molares inferiores.

Abstract

CASONATO JR., H. **Analysis of the cervical preflaring of lower molars by means of cone beam computed tomography, and its influence on the determination of apical gauging by scanning electron microscopy.** 2011. 85p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

The aim of this study was to evaluate, by means of cone beam computed tomography, the transportation, the increased of the area, and the dentine thickness of the cervical third of the root canal of thirty lower first molars prepared with different instruments and the influence of this preparation to determining the initial apical file to bind (IAI), through scanning electron microscopy. The teeth (n = 10) were fixed on three resin plates (samples) according to the instruments used in the cervical preflaring and scanned with a cone beam computed tomography device. Then, preparation was performed in the cervical third of the canals: G1 – Gates-Glidden burs #2 and #3 in the mesial canals and #3 and #4 in the distal canal; G2 - LA Axxess #20.06 and #35.06 in the mesial canals and #35.06 and #45.06 in the distal canal. After preparation, the specimens were submitted to a new CT scan. Each canal was sized using manual K-files, starting with size 08 files, until the working length (WL) was reached. File sizes were increased until a binding sensation was felt at the WL, and the instrument size was recorded for each canal. The files were fixed with methylcyanoacrylate at the WL. Teeth were then sectioned transversally 1 mm from the apex, with the binding file in the position. The apical region was then observed under a scanning electron microscope. The centering ratio showed no statistical difference between groups; the percentage of area increase after preparation showed statistical significance only in the mesio-lingual canal ($P = 0.023$); the thickness of the dentine in the region facing the furcation showed statistical difference only in the distal root. SEM analysis showed that the mean percentage area of the IAI in relation to the root canal area at the WL showed no statistical significant difference between groups. It was concluded that cervical preflaring with Gates-Glidden or LA Axxess did not influence the determination of the apical gauging in lower molars.

Sumário

Resumo

Abstract

Introdução	01
Revisão da Literatura.....	05
Proposição.....	43
Material e Métodos.....	45
Resultados.....	59
Discussão.....	67
Conclusões.....	73
Referências Bibliográficas.....	75

Anexos

Introdução

O sucesso da terapia endodôntica está baseado na remoção do tecido pulpar, dos microrganismos e da dentina infectada, previamente à obturação (SIQUEIRA-JÚNIOR, 2005). 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 (BARBIZAN et al., 2002; FORNARI et al., 2010).

Durante esta etapa, a ação dos instrumentos endodônticos nas paredes do canal pode causar transporte em canais radiculares com curvatura acentuada,

devido à flexibilidade do instrumento e à técnica de instrumentação empregada (LOIZIDES et al., 2007; NECCHI et al., 2008; VAUDT et al., 2009). O desvio dificulta a limpeza adequada do canal radicular ao deixar áreas sem atuação dos instrumentos (PETERS et al. 2001), favorecendo a presença de tecido necrosado ou em decomposição, enquanto outras áreas são excessivamente desgastadas (BARBIZAM et al., 2002; VAUDT et al., 2009), podendo comprometer o prognóstico da terapia endodôntica (LOIZIDES et al., 2007; YOUNG et al., 2007).

O advento da instrumentação rotatória com instrumentos de níquel-titânio (Ni-Ti) 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 (HÜLSMANN et al., 2005). Atualmente são comercializados sistemas rotatórios que apresentam, além de alterações de *design*, diferentes aumentos de conicidade por milímetro de comprimento, na conformação de sua parte ativa.

Várias evidências tem confirmado a habilidade destes instrumentos em manter o trajeto original do canal, com mínimo transporte (VERSIANI et al., 2008; PASTERNAK-JÚNIOR et al., 2009), dessa maneira, a instrumentação de canais curvos com limas manuais de aço inoxidável seria contra-indicada e, portanto, sendo mais apropriado o uso de técnicas que empregam instrumentos de Ni-Ti (HARLAN et al., 1996; BERTRAND et al., 2001).

Na era da instrumentação manual, quanto mais severa a curvatura da raiz, menor era o diâmetro do instrumento final, 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 do último instrumento em canais curvos deveria corresponder aos instrumentos 20 ou 25, com aumento progressivo da conicidade do canal. No entanto, é importante considerar que a determinação do diâmetro final de instrumentação deve ser definida após o correto estabelecimento do diâmetro anatômico.

A literatura aponta para a necessidade do pré-alargamento cervical para determinação clínica do diâmetro anatômico (WU et al., 2002; BARROSO et al., 2005; VANNI et al., 2005). A proposta tradicional sugere que a região apical do canal seja preparada a partir do instrumento que determine, por meio da sensibilidade tátil, seu diâmetro anatômico, e, em seguida, seja ampliada com três ou quatro instrumentos, em ordem crescente, resultando na remoção circunferencial de 150 a 200 μm de dentina (WEINE, 1972). No entanto, este método tem sido considerado limitado haja vista que a sensação de travamento do instrumento inicial pode acontecer em razão de seu ajuste na região cervical ou média do canal, e não na porção apical (TAN; MESSER 2002; WU et al., 2002; VANNI et al., 2005; TENNERT et al. 2010).

A eliminação de interferências do terço cervical do canal radicular possibilita acesso mais retilíneo do instrumento até o terço apical, reduzindo as possibilidades de acidentes durante o preparo biomecânico (SCHMITZ et al., 2008), além da

determinação, com maior fidelidade, do IAI como indicam trabalhos realizados em pré-molares inferiores, incisivos centrais, incisivos laterais superiores e na raiz mésio vestibular do primeiro molar superior (BARROSO et al., 2005; PÉCORA et al., 2005; VANNI et al., 2005; IBELLI et al., 2007), não ocorrendo o mesmo na raiz mesial no molar inferior (SCHMITZ et al., 2008).

Os molares inferiores apresentam raízes mesial e distal com paredes internas côncavas, de forma mais acentuada 3 a 4 mm abaixo da embocadura do canal na região de furca. Esta área é susceptível a acidentes devido à fina espessura de dentina, o que ocasionar perfuração radicular (ABO-RASS et al. 1980; WU et al., 2005; COUTINHO-FILHO et al., 2008).

O preparo cervical pode ser realizado com instrumentos rotatórios fabricados em níquel-titânio como *K3 Orifice Openers*, *ProFile Orifice Shapers*, *ProTaper SX*, *HeRo Flare* e alargadores em aço inox como as brocas Largo, Gates-Glidden, Batt e LA Axxess (PÉCORA et al., 2005), entretanto, os limites de segurança para o preparo cervical, com diferentes instrumentos, levando em consideração fatores anatômicos dos diferentes grupos dentais tem sido pouco estudado. KUTTLER et al. (2004); WU et al. (2005) relataram que o desgaste cervical pode acarretar riscos significativos de perfuração nos molares inferiores.

Apesar dos avanços obtidos em relação a novas tecnologias, as variações anatômicas ainda são fatores limitantes para a execução do preparo biomecânico. Assim, torna-se importante avaliar o preparo promovido na região cervical dos molares inferiores considerando suas características anatômicas, bem como o impacto deste na determinação do IAI.

Revista da Literatura

SCHNEIDER (1971) propôs um método para mensuração do ângulo de curvatura da raiz. Para isto, a partir da radiografia do elemento avaliado, traçava-se uma linha paralela ao longo do eixo do dente. Em seguida, uma segunda linha, traçada a partir da saída do forame apical, intersectava com a primeira no ponto onde o canal começava a sair do longo eixo do dente, em razão da curvatura. O ângulo agudo formado seria considerado como o ângulo de curvatura da raiz. O autor concluiu que um ângulo de curvatura $\geq 20^\circ$ seria considerado como severo.

SCHILDER (1974) propôs o conceito de limpeza e modelagem (*Cleaning and Shaping*) no preparo do sistema de canais radiculares. Até então, o paradigma do tratamento endodôntico se baseava em um enfoque eminentemente germicida e medicamentoso. Nesta nova perspectiva, o autor discute o preparo biomecânico do sistema de canais radiculares quanto à instrumentação e obturação, de forma a se atingir os objetivos biológicos preconizados. Assim, o novo paradigma, que viria lançar as bases da Endodontia contemporânea, propunha que o sistema de canais radiculares deveria ser limpo em toda sua extensão e preparado de tal forma a receber, posteriormente, uma obturação densa e permanente, promovendo seu vedamento hermético e tridimensional.

KEREKES; TRONSTAD (1977) avaliaram morfometricamente o diâmetro anatômico dos canais radiculares de 40 molares superiores e inferiores, em cinco diferentes níveis, a partir do ápice com o intuito de sugerir uma padronização na determinação do diâmetro do instrumento final durante o preparo biomecânico. Os autores concluíram que a ampliação apical com instrumentos de diâmetro de 0,25 ou 0,30 mm não permitiria limpeza adequada de canais curvos dos molares inferiores, sugerindo maior ampliação desta região, visando incorporar o maior número das irregularidades anatômicas presentes.

ABO-RASS et al. (1980) descrevem a técnica de preparo dos canais curvos da raiz mesial de molares inferiores, denominada anti-curvatura, que leva em conta a preservação da morfologia radicular. Os autores definem alguns conceitos como a zona de risco, região côncava da parede distal da raiz mesial em que a espessura de dentina é mais fina, zona de segurança, região convexa da parede mesial da raiz mesial de maior espessura de dentina e parada apical, região limite de preparo dos canais localizada a 1mm do ápice radicular. Os autores concluem que a técnica de

preparo anti-curvatura permite um controle do instrumento durante o preparo dos canais curvos evitando acidentes operatórios.

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.

VERTUCCI (1984) selecionou 2400 dentes humanos permanentes para estudo morfológico. Após descalcificados e corados internamente por injeção de tinta hematoxilina, os dentes foram limpos e estudados quanto à morfologia interna. Informações relativas ao número e tipos de canais, ramificações do canal principal, localização do forame apical e suas anastomoses e frequência de deltas apicais foram coletadas para posterior classificação. Mediante este estudo o autor relata que o acurado conhecimento da morfologia da câmara pulpar e dos canais radiculares é fundamental para o desenvolvimento do tratamento endodôntico. A frequência com que os canais se unem deveria ser considerada durante o procedimento endodôntico de ampliação e preenchimento do sistema de canais. O autor conclui que os profissionais devem estar atentos à possibilidade de existência de bifurcações e canais duplos em tratamentos que falharam e o conhecimento destas variações auxiliará alcançar conclusões quando realizarem diagnósticos e tratamentos de seus casos endodônticos.

ROANE et al. (1985) propuseram o conceito de força balanceada para a instrumentação dos canais radiculares. Nesta técnica são utilizados movimentos nos

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.

BRAMANTE et al. (1987) apresentaram um novo método para avaliar parâmetros relacionados à instrumentação dos canais radiculares, antes e após a instrumentação, denominado como sistema de muflas. Basicamente, o método consistia em incluir um dente em resina acrílica, no interior de uma mufla, e seccioná-lo em diferentes partes, avaliando as condições do canal antes da instrumentação. O conjunto seria, então, remontado na mufla e o canal instrumentado. Assim, poder-se-ia comparar a condição do canal antes e após a instrumentação.

LIM; STOCK (1987) avaliaram a zona de risco e compararam a técnica de preparo anti-curvatura com a técnica *step-back*, por meio de microscopia ótica, quanto a possibilidade de redução do risco de perfuração de 71 raízes mesiais de molares inferiores. Os autores observaram que a parede próxima à furca apresentou espessura mais fina com a técnica *step-back* no nível a 8 mm do ápice radicular e que os canais da raiz mesial encontram-se mais próximos da região de furca portanto não centralizados. Os autores concluíram que o risco de perfuração é maior ao nível de 8 mm a partir do ápice radicular e que a técnica de preparo anti-curvatura reduz o risco de perfuração da raiz mesial de molares inferiores.

TACHIBANA; MATSUMOTO (1990) utilizaram, *in vivo*, pela primeira vez, a tomografia computadorizada como ferramenta de diagnóstico em Endodontia. Os autores consideraram como vantagens a visualização de estruturas não identificadas pela radiografia convencional, bem como a possibilidade de reconstrução tridimensional dos canais radiculares e dentes. Contudo, consideraram como desvantagens a alta dose de radiação, o tempo de escaneamento, o custo e o tamanho do aparelho, além da resolução inadequada para detalhamento diagnóstico de pequenas áreas.

ESTRELA; STEPHAN (1991) avaliaram o desgaste da parede distal de canais mesiais de molares inferiores nos níveis 2, 3, 4 e 5 mm abaixo da bifurcação radicular quanto ao risco de perfuração da raiz pelo uso de técnicas de preparo do canal manuais associadas ao uso de brocas Gates-Glidden. A espessura do remanescente dentinário foi em média 0,351 mm no grupo preparado por estas brocas, porém, avaliando os níveis 2 e 3 mm abaixo da bifurcação os autores relatam espessuras de dentina remanescente da parede inferiores a 0,285 e 0,291 mm, respectivamente e concluíram que o uso destas brocas implica um alto risco de rasgos radiculares e perfurações.

LOPES et al. (1993) mediram, por meio de MEV, o diâmetro médio das brocas Gates-Glidden. Os autores encontraram diâmetros reais menores que os nominais, deste modo as brocas apresentaram diâmetro de: #1, $0,48 \pm 0,018$ (0,50 nominal, #2, $0,687 \pm 0,028$ (0,70 nominal); #3, $0,861 \pm 0,027$ (0,90 nominal) e #4, $1,056 \pm 0,023$ (1,10 nominal), #5, $1,24 \pm 0,034$ (1,30 nominal), #6, $1,42 \pm 0,029$ (1,50 nominal). Outro ponto destacado pelos autores diz respeito ao desgaste proporcionado pelas brocas Gates-Glidden, assim as ampliações executadas são, aproximadamente, 6% maiores do que o diâmetro dos instrumentos. Sua forma em

chama requer o uso no sentido do eixo do canal, atuando apenas na dilatação do espaço existente promovendo um preparo cilíndrico de diâmetro similar ao instrumento.

BLAŠKOVIC-ŠUBAT et al. (1995) propuseram a reconstrução tridimensional do sistema de canais radiculares. Dez dentes humanos unirradiculares foram incluídos em resina após secção da porção coronária na junção esmalte-cimento. Cinco raízes foram seccionadas em 15 partes com 0,5 mm de espessura cada, perpendicularmente ao seu longo eixo. As outras cinco raízes tiveram sua porção apical seccionadas em 19 partes com 0,2 mm de espessura cada. O contorno dos canais foi delineado com auxílio de estereomicroscópio. As coordenadas obtidas serviram como referência para reconstrução tridimensional do canal. Os autores concluíram que a técnica foi precisa para a reconstrução da anatomia do sistema de canais radiculares.

GLOSSON et al. (1995) avaliaram o preparo de 60 raízes mesiais de molares inferiores utilizando o sistema de muflas. A avaliação foi feita pela subtração de imagens digitalizadas tiradas antes e após o preparo. As raízes foram divididas em cinco grupos de acordo com o instrumento e técnica de instrumentação: (A) K-Flex™; (B) Mity™; (C) NT Sensor™; (D) Canal Master U™; e (E) sistema Lightspeed™. Os resultados mostraram que os canais nos grupos C, D e E apresentaram menor transporte, menor desgaste de dentina, secção mais arredondada e melhor centralização e, nos grupos C e E, o preparo foi mais rápido. Os autores concluíram que o futuro dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio era promissor.

ISOM et al. (1995) avaliaram, por meio de um sistema de muflas, a espessura de dentina remanescente após preparo cervical com Gates-Glidden e M-Series canal

openers em 26 canais mesiais de molares inferiores. A broca Gates-Glidden removeu mais dentina ao nível da bifurcação do canal que os alargadores manuais utilizados, bem como na região correspondente a 2 milímetros abaixo da bifurcação, com a broca Gates-Glidden utilizada com pressão anticurvatura. Os autores concluíram que o uso das brocas Gates-Glidden deve ser limitado à entrada do canal evitando assim possíveis perfurações radiculares.

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 inox (Flex-R™) e níquel-titânio (Onyx-R™), por meio da sobreposição de imagens radiográficas. Os canais foram preparados até o instrumento # 45 a 1 mm do forame apical. Os resultados não mostraram diferença entre os grupos quanto à manutenção do eixo central do canal e a área instrumentada, no terço apical. Porém o transporte na região cervical mostrou-se estatisticamente diferente entre os grupos (Flex-R 0.167 ± 0.066 e Onyx-R 0.126 ± 0.061 , $p \leq 0.05$). Os autores concluíram que não houve correlação entre o ângulo de curvatura, o transporte e a quantidade de dentina excisada.

DOWKER et al. (1997) utilizaram a μ TC, com resolução isotrópica de 0,40 μ m, para avaliação do preparo endodôntico em três dentes extraídos. A reconstrução tridimensional foi feita com topogramas obtidos a partir de cortes axiais. Os autores concluíram que, apesar de ótima ferramenta para ensino e pesquisa em Endodontia, ela não poderia ser utilizada em pacientes devido aos altos níveis de radiação necessários para a obtenção das imagens.

PRUETT et al. (1997) avaliaram a fadiga cíclica de instrumentos rotatórios do sistema Lightspeed™ durante o preparo de canais simulados em resina com diferentes ângulos (30, 45 e 60°) e raios de curvatura (2 e 5 mm). O torque foi

estabelecido em 10 g/cm e a velocidade em 750, 1300 e 2000 rpm. Os resultados mostraram aumento na incidência de fratura no ponto médio da curvatura. Não houve correlação entre fratura e velocidade de rotação com relação a instrumentos de maior diâmetro. O ciclo de fratura diminuiu significativamente com o decréscimo do raio de curvatura de 5 para 2 mm, bem como com o aumento do ângulo de curvatura. A avaliação microscópica das áreas de fratura mostrou ter sido resultante de fadiga do tipo cíclica. Os autores concluíram que o raio de curvatura e o calibre do instrumento tiveram maior influência na incidência de fratura do que a velocidade.

THOMPSON; DUMMER (1997a) avaliaram o preparo de 40 canais simulados em resina, com diferentes ângulos e posições de curvatura, com os sistemas NT Engine™ e McXIM™, a partir da sobreposição das imagens dos canais pré e pós-instrumentados. Os resultados mostraram que não houve formação de *zip*, degrau, perfuração ou desgaste acentuado nas zonas de perigo. Cerca de 42% dos canais apresentaram maior desgaste no lado externo da curvatura, principalmente nos casos de curvaturas abruptas, havendo diferença significativa entre a configuração geométrica do canal e a quantidade de material removido. O transporte apical foi no sentido do lado externo da curvatura, principalmente nos canais com ângulo de curvatura de 40°. Os autores concluíram que, no preparo de canais simulados, os sistemas testados não promoveram alterações significantes.

THOMPSON; DUMMER (1997b) avaliaram o preparo de 40 canais simulados em resina, com diferentes ângulos e posições de curvatura, com o sistema Lightspeed™, a partir da sobreposição das imagens dos canais pré e pós-instrumentados. Os resultados mostraram ausência de perfuração ou bloqueio dos canais, apesar da presença de *zip* e degrau em 1 espécime. O transporte foi, em média, de 0,06 mm sendo mais freqüente, na porção apical, no sentido do lado

externo da curvatura. Os autores concluíram que o sistema Lightspeed™ foi capaz de promover o preparo adequado de canais simulados.

LOPES et al. (1998) avaliaram a influência do ângulo e do raio de curvatura no transporte apical dos canais de 20 raízes mesiais curvas de molares inferiores preparados com limas K-Flexofile™ e K-Flexofile Golden Medium™. Os autores classificaram o raio de curvatura como suave (≥ 20 mm), moderado (entre 10 e 20 mm) e severo (≤ 10 mm). Os resultados mostraram que não houve diferença no transporte entre os grupos, independente do ângulo e raio de curvatura. Os autores concluíram que, além do ângulo de curvatura, o raio de curvatura também deve ser avaliado.

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.

BERGMANS et al. (2001) avaliaram, por meio da μ TC o preparo endodôntico do segundo molar inferior com o sistema ProFile .04™. Os resultados mostraram transporte apical variando de 18 a 25 μ m e índice de centralização entre -0,25 e 0,25. Os autores concluíram que esta metodologia permitia a mensuração precisa do transporte, índice de centralização, volume e área preparada do canal, com imagens tridimensionais de alta qualidade, sem perda de estrutura dentária.

BERTRAND et al. (2001) avaliaram, por meio do sistema de muflas, os terços apical, médio e cervical, de 24 canais mesiais de molares inferiores humanos com curvatura $\geq 20^\circ$, preparados pela técnica manual com limas de aço inox FlexoFile

com preparo cervical por brocas Gates-Glidden ou com o sistema HERO 642. Os resultados mostraram que não houve diferença na quantidade de dentina excisada e na posição do centro dos canais nos terços cervical ($0,13 \pm 0,09$ e $0,10 \pm 0,08$ mm, respectivamente para Gates-Glidden e HERO 642) e médio. Contudo, no terço apical, houve maior deslocamento do centro do canal no grupo manual. Os autores concluíram que o canal permaneceu mais centralizado, no terço apical, após o preparo com o sistema rotatório HERO 642.

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.

CONTRERAS et al. (2001) avaliaram por meio de sensibilidade tátil a primeira lima a se ajustar no comprimento de trabalho antes e depois do pré-alargamento cervical e analisaram a diferença em seu diâmetro após o alargamento cervical. Para tanto utilizaram 100 canais de raízes mesiais de molares inferiores. As amostras foram divididas aleatoriamente em dois grupos de 50 canais cada. O grupo 1 foi preparado com Gates-Glidden e o grupo 2 foi preparado com Rapid Body Shapers. O diâmetro médio da lima antes de pré-alargamento para o grupo 1 ($\text{mm} \times 10^{-2}$) foi de $14,46 \pm 4,12$ e depois de $23,3 \pm 7,2$ ($p < 0,001$), enquanto no grupo 2, a diâmetro

médio ($\text{mm} \times 10^{-2}$) foi de $17,2 \pm 4,96$ antes e $25,6 \pm 6,36$ após ($p < 0,001$). O aumento no diâmetro foi de cerca de dois tamanhos de lima para ambos os grupos. Os autores concluíram que o pré-alargamento aumenta o diâmetro da primeira lima a se ajustar no comprimento de trabalho e proporciona melhores parâmetros na decisão a ser tomada quanto ao diâmetro final necessário para o completo preparo da porção apical.

PETERS et al. (2001) compararam, por meio de μTC com resolução isotrópica de $19,6 \mu\text{m}$, o preparo endodôntico de 40 molares superiores extraídos com instrumentos manuais de NiTi e com os sistemas Lightspeed, ProFile .04 e ProFile GT. O resultado após o preparo demonstrou canais mais cônicos e arredondados, além de aumento no volume e área preparada. O transporte apical foi, em média, de $97,72 \pm 99,13 \text{ mm}$. Em todos os grupos pelo menos 35% da área de superfície do canal não foi tocada pelos instrumentos. Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre as técnicas testadas sendo possível visualizar grandes variações na anatomia do canal original, comprovando o uso deste método não-destrutivo na endodontia experimental.

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.

COUTINHO-FILHO et al. (2002) avaliaram, por meio de um sistema de muflas, o risco de perfuração lateral de 20 raízes mesiais de molares inferiores após preparo cervical com Gates-Glidden e Orifice Shaper. As raízes foram cortadas 3 mm abaixo da bifurcação e analisadas antes e após o preparo da região em relação à espessura de dentina remanescente. Os resultados mostraram que os dois instrumentos cortaram mais em direção à região de furca sendo que as Gates-Glidden produziram espessura remanescente de 0,72 mm no canal mesio-vestibular e o Orifice Shaper produziram espessura remanescente de 0,81 mm no canal mesio-lingual não sendo estatisticamente significante, entretanto a remoção de dentina é mais eficiente e segura quando usada de maneira coroa-ápice. Os autores concluíram que a espessura de dentina remanescente da parede distal das raízes preparadas com os instrumentos não apresentou diferença estatística.

DAVIS et al. (2002) avaliaram a influência do preparo cervical na mensuração do comprimento de trabalho em 30 canais curvos de molares extraídos preparados com limas manuais de aço inox e com o sistema ProFile GT™. Os resultados indicaram que houve diminuição do comprimento de trabalho em todos os grupos como consequência do preparo endodôntico, sendo significativamente maior no grupo manual ($-0,48 \pm 0,32$ mm). Por outro lado, quando houve preparo prévio do terço cervical, foi observada pouca alteração no comprimento de trabalho tanto no grupo manual ($-0,12 \pm 0,13$ mm) quanto rotatório ($-0,14 \pm 0,25$ mm). Os autores concluíram que o comprimento de trabalho diminuiu progressivamente no decorrer da instrumentação e que a menor alteração aconteceu no grupo que combinou limas de aço inox e brocas Gates-Glidden, sendo que, nos canais instrumentados com o sistema ProFile GT™, houve mínima alteração no comprimento de trabalho.

RÖDIG et al. (2002) avaliaram, por meio do sistema de muflas e MEV, 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 de *smear layer* recobrindo 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.

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 do instrumento final foi 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 do instrumento final de 0,50 mm foi mais efetivo no desbridamento de canais radiculares infectados.

TAN; MESSER (2002) investigaram por meio de sensibilidade tátil a influência do pré-alargamento na determinação IAI no comprimento de trabalho em 112 canais de pré-molares e molares, 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 foi dois diâmetros ISO superior ao grupo manual. Os autores concluíram que o pré-alargamento dos terços cervical e médio e o tipo de instrumento utilizado influenciaram 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, por meio de microscopia ótica 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.

ZUCKERMAN et al. (2003) avaliaram, por meio de estereomicroscopia, a espessura de dentina nos terços apical, médio e cervical de 30 raízes mesiais de molares inferiores extraídos, preparados com brocas Gates-Glidden e com o sistema Lightspeed™. Os resultados mostraram que o diâmetro do canal não excedeu um terço do diâmetro da raiz em nenhum nível. A espessura mínima nos terços apical, médio e cervical foi de $0,70 \pm 0,28$ mm, $1,04 \pm 0,18$ mm e $1,09 \pm 0,19$ mm, respectivamente. Os autores concluíram que o preparo de canais mesiais de molares inferiores com o instrumento 50 do sistema Lightspeed, no terço apical, e

brocas Gates-Glidden 2 no terço cervical, não determinou diminuição significativa da espessura da dentina nos terços avaliados.

DEUTSCH et al. (2004) avaliaram, por meio de estereomicroscopia e radiografia, a morfologia interna da câmara pulpar de 100 molares humanos superiores e 100 molares humanos inferiores. Os dentes foram radiografados no sentido ortorradial sob uma grade milimetrada periodontal posicionada paralelamente ao longo eixo mesio-distal. As mensurações da região da câmara pulpar foram realizadas sob aumento de 10x em estereomicroscópio. A média das medidas apresentadas do assoalho da câmara pulpar à furca foi de $3,05 \pm 0,79$ e $2,96 \pm 0,78$, teto de câmara pulpar à furca $4,91 \pm 1,06$ e $4,55 \pm 0,91$, cúspide vestibular à furca $11,15 \pm 1,21$ e $10,90 \pm 1,21$, cúspide vestibular ao assoalho câmara pulpar $8,08 \pm 0,88$ e $7,95 \pm 0,79$, cúspide vestibular ao teto da câmara pulpar $6,24 \pm 0,88$ e $6,36 \pm 0,93$, altura da câmara pulpar $1,88 \pm 0,69$ e $1,57 \pm 0,68$, respectivamente para os molares superiores e inferiores. A câmara pulpar se apresentou no nível da junção esmalte cimento em 98% dos molares superiores e 97% nos molares inferiores. Os autores concluíram que as medidas dos molares superiores foram equivalentes aos molares inferiores.

KUTTLER et al. (2004) avaliaram, por meio de microscopia ótica os efeitos do preparo de espaço para retentor intra-radicular com Gates-Glidden na espessura da dentina residual em 26 raízes distais de molares inferiores. Os autores incluíram em cubos de resina as raízes de molares inferiores tratados endodônticamente e seccionaram perpendicularmente ao seu longo eixo em intervalos de 1,8 milímetros. Para o preparo do espaço foram utilizadas Gates-Glidden. 3, 4, 5 e 6 seqüencialmente a 5 mm aquém do comprimento de trabalho. Depois do uso cada instrumento a espessura de dentina foi medida a partir das imagens obtidas de cada

slice. Perfurações na parede mesial dos canais ocorreram a partir da Gates-Glidden 4 em 7,3 % e mais freqüentemente com brocas maiores. Após o tratamento endodôntico a parede mesial do canal (furca) foi inferior a 1 mm de espessura em 82 % e inferior a 0,5 mm de espessura em 17,5 %. Os autores concluíram que a espessura da dentina remanescente é inversamente proporcional ao diâmetro do preparo para o retentor radicular e recomendam que a Gates-Glidden maior do que a # 3 não deve ser utilizada, podendo acarretar riscos significativos de perfuração, portanto, o preparo deste espaço deve ser limitado ao diâmetro do canal endodônticamente preparado.

PETERS (2004) revisou a influência do preparo com instrumentos rotatórios em relação à qualidade final do tratamento endodôntico. Segundo o autor, os fatores que influenciam a qualidade final do preparo endodôntico estariam relacionados à experiência do operador, às características morfológicas do canal radicular e às características dos instrumentos como, secção transversal, *tip*, velocidade de rotação e sequência técnica. O autor concluiu que a utilização de instrumentos rotatórios requer treinamento pré-clínico e que, apesar dos resultados favoráveis apresentados em estudos laboratoriais, seus resultados na prática clínica ainda necessitavam de maior avaliação.

BARROSO et al. (2005) avaliaram, por meio de MEV, a influência do pré-alargamento cervical na determinação da primeira lima que se ajusta ao canal no comprimento de trabalho em 50 pré-molares superiores. Os espécimes foram agrupados em cinco grupos (n=10) de acordo com o alargador cervical, sem alargamento, Gates-Glidden # 3 e # 4, alargadores K³, ProTaper e brocas LA Axxess. Os resultados mostraram diferenças significantes entre os grupos sendo a maior discrepância entre o diâmetro do canal e o diâmetro do instrumento inicial foi

no grupo sem alargamento (157,8 μm). A broca LA Axxess proporcionou a menor discrepância (0,8 μm). As brocas Gates-Glidden e K³ não demonstraram diferença estatística ($p \geq 0,05$, 83,2 μm e 73,6 μm , respectivamente) e as limas ProTaper apresentaram discrepância média de 35,4 μm . Os autores concluíram que a técnica de determinação do diâmetro apical baseada na sensibilidade tátil do operador frente ao ajuste da lima ao comprimento de trabalho não é precisa. O pré-alargamento cervical e o tipo de instrumento utilizado melhoram a determinação do diâmetro apical. Canais pré-alargados com as brocas LA Axxess apresentaram a menor discrepância do diâmetro das limas em relação ao diâmetro do canal.

BAUGH; WALLACE (2005) revisaram a literatura em relação aos aspectos morfológicos e anatômicos do canal radicular, a influência do aumento do diâmetro do instrumento final dos canais em relação às características anatômicas da região apical, bem como a redução microbiana para a condução correta do tratamento do sistema de canais dos grupos dentais. Os autores concluíram que, em virtude da variação morfológica da 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, ignorar a ciência e priorizar a rapidez e simplicidade do preparo proporcionará riscos aos tratamentos. Embora seja grande a quantidade de publicações neste sentido, havia necessidade de pesquisas complementares.

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.

HÜLSMANN et al. (2005) revisaram os conceitos e técnicas de preparo do sistema de canais radiculares. Os autores enfatizaram que, apesar das 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 smear. Além disto, o diâmetro cirúrgico deveria ser definido de acordo com as características anatômicas de cada canal.

SIQUEIRA-JUNIOR (2005) ressaltou as conseqüências do preparo biomecânico em relação aos tecidos periapicais, com ênfase na dor pós-operatória e no prognóstico do tratamento endodôntico. Além disso, verificaram possíveis alterações sistêmicas após os 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.

VANNI et al. (2005) avaliaram, por meio de MEV, a influência do preparo cervical na determinação da lima apical inicial na raiz méso-vestibular de 50 primeiros molares superiores. 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.

VERTUCCI (2005) discute aspectos anatômicos e morfológicos de extrema relevância na condução do tratamento endodôntico nos diversos grupos dentais humanos por meio de uma revisão da literatura. Segundo o autor o tecido dentinário depositado pela polpa dental após a erupção do elemento à cavidade bucal assume diversas configurações e formas tornando o sistema de canais um espaço complexo. O conhecimento da morfologia dos dentes, a interpretação cuidadosa das radiografias tomadas em diferentes angulações, a confecção do acesso à câmara pulpar adequado e uma exploração detalhada do interior do espaço pulpar são pré-requisitos essenciais para o sucesso do tratamento. O autor conclui que conceitos relacionados à complexidade do sistema de canais radiculares, a determinação dos limites apicais e a dimensão do preparo são essenciais para o entendimento dos princípios do tratamento endodôntico.

WU et al. (2005) avaliaram, pelo método de muflas, a espessura de dentina remanescente da parede mesial e distal de 103 canais mesiais de molares inferiores após o preparo do canal com Gates-Glidden (GG), aplicando ou não uma pressão anticurvatura ao instrumento. Os canais foram divididos em 5 grupos de acordo com a profundidade de preparo e o uso da pressão anticurvatura. Antes do alargamento cervical, a espessura média e mínima da parede distal foi de 0,92 e 0,43 mm, respectivamente e na parede mesial de 1,50 e 0,87 mm, respectivamente. Após o uso do GG, a redução da espessura de dentina da parede mesial foi semelhante à

redução da parede distal ($P > 0.05$) para todos os grupos. Em 4 grupos, a espessura mínima de dentina da parede distal antes do preparo era de 0,43 mm e a redução máxima da parede distal foi $\geq 0,72$ milímetros. O uso das brocas GG com e sem pressão anticurvatura promoveu desgaste uniforme, independentemente do tamanho da brocas e da profundidade de desgaste. Os autores concluíram que na raiz mesial de molares inferiores a espessura de dentina da parede distal é mais fina que a parede mesial e as brocas Gates-Glidden, por promoverem um desgaste uniforme, podem ocasionar perfurações radiculares quando usadas em molares inferiores, mesmo com a aplicação de pressão anticurvatura.

PÉCORA; CAPELLI (2006) sugerem 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 da instrumentação dos canais radiculares curvos segundo o qual o preparo com instrumentos de aço inox se restringia à ampliação da porção apical com lima 25 permaneceu vigente até o início do século atual quando o surgimento de novos instrumentos, confeccionados em liga de níquel-titânio apresentando melhor flexibilidade, 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 modelagem de canais curvos com instrumentos 25.04 ou 25.06, sua porção apical permaneceria subinstrumentada, sendo importante a determinação prévia do real diâmetro anatômico do canal, de forma mais acurada, por meio da pré-ampliação dos terços cervical e médio.

WEIGER et al. (2006) avaliaram, por meio de microscopia ótica, a capacidade de um instrumento cilíndrico, sem conicidade e ponta sem corte, de diâmetros

variados, fabricado em aço inox (#08, 10, 12.5, 15 e 17.5) e NiTi (#20, 25, 30, 35, 40 e 45) em determinar clinicamente o diâmetro anatômico apical e o melhor diâmetro de alargamento cirúrgico em 212 canais radiculares de 80 molares superiores e inferiores. Os canais foram alargados em sua porção cervical com Gates-Glidden e no terço médio com instrumentos HERO de conicidade .06 antes da mensuração apical. O diâmetro do maior instrumento que se ajustou no comprimento de trabalho foi definido como $d(SI)$. Os resultados mostraram que o diâmetro do $d(SI) + 0,60$ milímetros permitiu preparo circunferencial total em 98% dos canais. O preparo de canais de raízes palatina e distal de molares onde $d(SI) + 0,40$ mm e os canais radiculares vestibulares de molares superiores e mesiais de molares inferiores onde $d(SI) + 0,30$ mm resultou em 78% e 72% de preparo circunferencial total dos canais, respectivamente. Os autores concluíram que a utilização destes instrumentos possibilitou a determinação do diâmetro anatômico apical adequadamente e que o diâmetro de preparo dos canais radiculares vestibulares de molares superiores e mesiais de molares inferiores deveria ser 6 limas maior que o diâmetro do instrumento inicial e para os canais palatino e distal de molares 8 limas maior que o diâmetro do primeiro instrumento que determinou o diâmetro anatômico apical.

IBELLI et al. (2007) determinaram, por meio de estereomicroscopia, o instrumento apical inicial (IAI) após o alargamento cervical prévio em 40 incisivos laterais superiores. Os dentes foram divididos em quatro grupos ($n=10$), de acordo com o tipo de alargamento cervical realizado, Grupo 1 - sem alargamento, Grupo 2 - instrumentos Orifice Opener, Grupo 3 - brocas Gates-Glidden e Grupo 4 – brocas LA Axxess. Os canais foram explorados passivamente a partir da lima tipo K #08 até o comprimento de trabalho e sequencialmente limas de maior diâmetro foram introduzidas no canal radicular até se obter a sensação de travamento. O diâmetro

desse instrumento foi registrado, e este foi fixado em posição no canal com cianoacrilato de metila. Os dentes foram seccionados transversalmente a 1 mm do ápice e as amostras analisadas mediante ampliação de 30x. A diferença entre o menor diâmetro do canal e o diâmetro do instrumento apical inicial foi calculada e os resultados mostraram que a maior discrepância entre o diâmetro do instrumento e o maior diâmetro do canal foi encontrada no grupo onde não foi realizado o alargamento cervical prévio (0,19 de média). Quando do preparo cervical com instrumentos Orifice Opener e brocas Gates-Glidden, também houve grandes discrepâncias dos diâmetros, sendo que este último apresentou maior discrepância que o primeiro (0,0485 e 0,1074 respectivamente). As brocas LA Axxess apresentaram as menores discrepâncias entre o diâmetro anatômico e o instrumento apical inicial (0,0119). Os autores concluíram que a técnica de travamento do instrumento para determinar o diâmetro anatômico no comprimento de trabalho não é precisa.

LOIZIDES et al. (2007) avaliaram, por meio de micro tomografia computadorizada, os efeitos do preparo do canal com instrumentos HERO 642 e ProTaper quanto à geometria do canal radicular de 22 raízes mesiais de molares inferiores. Os canais foram escaneados antes e depois do preparo e imagens digitalizadas da seção transversal de cada canal foram obtidas com intervalos de 2 mm. Diferenças na anatomia do canal, na área da seção transversal, no perímetro de cada canal antes e depois da instrumentação e a medida do transporte do canal radicular foram calculados usando software de análise de imagem. Não houve diferença entre os dois sistemas rotatórios em relação ao tempo de trabalho. Ambos os sistemas proporcionaram um preparo circular, independentemente da forma do canal radicular inicial. Os instrumentos HERO mostraram maior eficiência de corte

em comparação ao instrumento ProTaper nos níveis de 8 mm, 6 mm e 4 mm, mas não a nível de 2 mm. Por outro lado, o instrumento ProTaper parece ter eficiência de corte similar em todos os níveis porém, demonstrou tendência de transporte apical. Os autores concluíram que ambas as técnicas de preparo dos canais são rápidas, proporcionando uma forma circular ao canal radicular.

MICKEL et al. (2007) compararam, por meio de MEV, o diâmetro das limas que se adaptaram ao canal radicular no comprimento de trabalho antes e durante o preparo endodôntico pela técnica crown-down e avaliaram a relação entre o diâmetro final do preparo e a contaminação bacteriana em 100 raízes de dentes unirradiculares preparados após a inoculação com *Enterococcus faecalis*. Os espécimes foram divididos em três grupos de 30 dentes de acordo com o diâmetro final de preparo onde grupo 1 teve seu diâmetro dilatado a partir do instrumento apical em mais um instrumento, o grupo 2 em mais dois instrumentos e o grupo 3 em mais três instrumentos. A média de diâmetro dos instrumentos que atingiu o comprimento de trabalho antes do preparo crown-down foi significativamente menor que a média de diâmetros dos instrumentos durante o preparo crown-down com uma diferença de aproximadamente quatro instrumentos ($p < 0,05$). Houve um aumento no número de amostras com culturas negativas do grupo 3 em relação ao grupo 1 porém sem significância estatística, já do grupo 1 em relação ao grupo 2 não houve diferença estatística e mesmo do grupo 2 em relação ao grupo 3. A observação em MEV revelou bactérias nas paredes e nos túbulos dentinários em todas as amostras, mesmo na maioria dos canais que apresentaram culturas negativas. Os autores concluíram que a determinação correta do diâmetro anatômico apical ajudará o operador a determinar o diâmetro apical final e assim reduzir a contaminação bacteriana.

YOUNG et al. (2007) descreveram, por meio de revisão da literatura, os princípios biológicos da instrumentação de canais radiculares com ênfase na utilização das técnicas de preparo com instrumentos rotatório de NiTi, bem como a função e as propriedades das soluções irrigantes atualmente utilizadas. Neste contexto, o principal objetivo do preparo biomecânico é a eliminação de microrganismos do sistema de canais radiculares. Com este objetivo, os instrumentos de NiTi foram introduzidos no tratamento endodôntico em 1988 e desde então o uso deste tipo de instrumentos tem se difundido devido a capacidade que apresentam de permitir a modelagem de canais radiculares com mínima probabilidade de ocorrência de falhas ou complicações decorrentes desta fase do tratamento endodôntico.

COUTINHO-FILHO et al. (2008) avaliaram, por meio de um sistema de muflas, o desgaste cervical, a área e a espessura de dentina/cimento remanescente promovido pela brocas Gates-Glidden quando usadas no sentido *crown-down* ou seqüencialmente em série em 36 molares inferiores. Os canais méso-vestibular (*crown-down*) e os canais méso-lingual (seqüência de série) apresentaram média de $0,46 \pm 0,16$ mm e $0,88 \pm 0,27$ milímetros ($P < 0,01$), respectivamente. Os valores médios da menor distância para a bifurcação no canal mesio-vestibular e no canal méso-lingual foram de $0,66 \pm 0,19$ mm e $0,39 \pm 0,13$ mm ($P < 0,01$), respectivamente. Os autores concluíram que a espessura de dentina/cimento remanescente foi maior na seqüência crown-down que na seqüência em série.

ESTRELA et al. (2008) apresentaram, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (*cone beam*), um novo método para cálculo do raio de curvatura de canais radiculares. Os autores estabelecem sua metodologia na descrição do raio de curvatura traçado através da determinação de três pontos

matemáticos que após interseção determinarão um circuncentro. Classificaram em três os raios de curvatura: raio pequeno ($r \leq 4$ mm) – curvatura severa; raio intermediário ($r > 4$ e $r \leq 8$ mm): curvatura moderada; e raio largo ($r > 8$ mm): curvatura média. Os autores concluíram que o método é fácil, reprodutível e favorece o planejamento do tratamento endodôntico o que influencia na eficácia do preparo de canais radiculares curvos.

MAHRAN; ABOEL-FOTOUH (2008) compararam, por meio de tomografia computadorizada multislice, os efeitos de 3 diferentes instrumentos, ProTaper, HERO Shaper e Gates-Glidden utilizados para preparar canais radiculares curvos quanto a espessura de dentina remanescente cervical e a quantidade total de dentina removida durante a instrumentação de canais méso-vestibulares de 45 primeiros molares inferiores com curvatura entre 30-40 graus. Os resultados em porcentagem indicaram que o sistema ProTaper removeu significativamente (19.03 ± 3.4 , $p = 0.003$) menos dentina cervical na parede distal da raiz - zona de risco - do que HERO Shaper ($30.69 \pm 5,8$) e Gates-Glidden (42.06 ± 8.5) já o desgaste da parede mesial (ProTaper 18.72 ± 8.1 , HERO Shaper 24.23 ± 8.2 e Gates-Glidden 19.05 ± 8.8) não se mostrou significativo entre os grupos ($P = 0.647$) . O total de dentina removida durante a instrumentação do canal foi significativamente maior com o sistema ProTaper ($P < 0,05$). Os autores concluíram que o sistema ProTaper se mostrou mais seguro em relação ao alargamento cervical em relação ao desgaste da zona de perigo (distal) evitando a possibilidade de perfuração e rasgo lateral na raiz mesial.

NECCHI et al. (2008) desenvolveram um modelo de elemento finito do instrumento Protaper F1 para avaliar e demonstrar o uso de instrumentos rotatórios durante o preparo de canais radiculares. A interação do instrumento girando em

canais com diferentes formas durante a inserção e remoção deste no canal foi estudada em modelo de elemento finito. O complexo comportamento termomecânico da liga de NiTi foi reproduzida utilizando sistema de computador ad hoc. A mesma análise foi realizada para demonstrar a forma da memória da liga. Os resultados obtidos para o instrumento de NiTi operando neste intervalo pseudo-elástico permitiram seu retorno à forma original e percorreram a curvatura sem desvios. O raio e a posição da curvatura do canal são os parâmetros mais críticos na determinação do stress de um instrumento, sendo maior stress encontrado com a diminuição do raio e variação de localização do terço apical para o médio. Verificaram que condições de trabalho mais exigentes foram observadas em canais com curvatura acentuada, especialmente em áreas onde maiores instrumentos com maior conicidade foram utilizados. Para prevenir danos e fratura do instrumento recomendam descartá-lo após o uso neste tipo de canais.

SCHMITZ et al. (2008) investigaram, por meio de MEV, a influência do alargamento cervical promovida por diferentes instrumentos rotatórios na determinação do instrumento apical inicial (IAI) em raízes méso-vestibulares de 50 molares inferiores cujas raízes mesiais se apresentavam separadas em dois forames apicais (vestibular e lingual). No grupo 1, o tamanho do IAI foi determinado sem pré-alargamento dos terços cervical e médio do canal radicular. Nos grupos 2 a 5, o canal foi alargado com brocas Gates-Glidden, ProTaper, EndoFlare e brocas LA Axxess, respectivamente. O grupo sem preparo cervical apresentou a maior discrepância ($125,30 \pm 51,54$) e diferiu significativamente de todos os grupos alargados ($p < 0,05$). O alargamento cervical com brocas LA Axxess apresentou a menor diferença ($55,10 \pm 48,31$), seguido de EndoFlare ($68,20 \pm 42,44$), Gates-Glidden ($68,90 \pm 42,46$) e limas ProTaper ($77,40 \pm 73,19$). No entanto, nenhuma

diferença significativa ($p > 0,05$) foi encontrada entre os instrumentos rotatórios. Os autores concluíram que o alargamento cervical melhorou a adaptação da IAI no comprimento de trabalho (CT) em canais méso-vestibulares de primeiros molares inferiores. Os instrumentos rotatórios avaliados neste estudo não mostraram diferença entre si quanto às discrepâncias entre as dimensões do IAI e o diâmetro do canal no CT.

SILVEIRA et al. (2008) analisaram, *in vitro*, o efeito do preparo cervical e o uso da técnica de preparo dos canais *crown-down* na estimativa do primeiro instrumento a se ajustar no comprimento de trabalho em canais mesiais de molares inferiores. As raízes mesiais de quinze molares inferiores, perfazendo um total de 30 canais (15 méso-vestibular e 15 méso-lingual) parcialmente intactos, sem idade determinada e formação radicular completa, foram selecionadas para este estudo. Canais sem qualquer preparação (E1) apresentaram os menores valores de diâmetro da lima que se ajustou no comprimento de trabalho quando comparado com os submetido ao preparo cervical associado (E3) ou não (E2) à técnica de preparo *crown-down*. O preparo cervical associado à técnica *crown-down* (E3 - canal mv 0.31 ± 0.05 , canal ml 0.31 ± 0.06) apresentou o maior diâmetro de limas que se ajustaram ao canal no comprimento de trabalho quando comparado com as outras estimativas (E1 - canal mv 0.19 ± 0.05 , ml 0.20 ± 0.05 e E2- canal mv 0.25 ± 0.06 , canal ml 0.25 ± 0.06), em ambos os canais méso-vestibular e méso-lingual. Os autores concluíram que o preparo cervical associado ao preparo coroa-ápice diminui as interferências ao longo do canal e aumentou a precisão da determinação do primeiro instrumento a se ajustar no comprimento de trabalho.

VERSIANI et al. (2008) compararam 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. Utilizaram quarenta molares inferiores, instrumentados até o diâmetro cirúrgico correspondente a 0,30 mm. Concluíram 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.

BARATTO-FILHO et al. (2009) investigaram a influência do último instrumento apical do sistema ProTaper com e sem irrigação de hipoclorito de sódio 2,5% na limpeza e modelagem de incisivos centrais inferiores. Trinta e dois incisivos centrais inferiores foram distribuídos em seis grupos, de acordo com os instrumentos e solução irrigante: Grupo I - instrumento F1 com hipoclorito de sódio 2,5%, Grupo II - F1 e F2 com hipoclorito de sódio 2,5%, Grupo III - F1, F2 e F3 com hipoclorito de sódio 2,5%; Grupo IV - F1 com água destilada, Grupo V - F1 e F2 com água destilada, Grupo VI - F1, F2 e F3 com água destilada. Dois dentes constituíram o grupo controle negativo. O preparo biomecânico foi realizado seguindo os princípios da técnica sugerida pelo fabricante e, em seguida, os espécimes foram submetidos ao preparo histológico e análise morfométrica. A análise morfométrica mostrou que os espécimes preparados com F1, F2 e F3 com hipoclorito de sódio 2,5% (GIII) apresentaram canais radiculares mais limpos, sendo estatisticamente diferente dos demais ($p < 0,01$), que também se apresentaram diferentes entre si e com seguinte sequência em ordem decrescente de limpeza: GII, GVI, GI, GV e GIV. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de GVI e GI ($p > 0,01$). Os autores concluíram que nenhuma técnica permitiu a limpeza completa dos canais radiculares. No entanto, a técnica de preparo do terço apical com o instrumento F3 e irrigação com hipoclorito de sódio 2,5% foi o mais eficaz.

GU et al. (2009) investigaram, por meio de microtomografia computadorizada, as características anatômicas do istmo na raiz mesial de 36 primeiros molares inferiores. Os espécimes foram agrupados de acordo com a faixa etária em três grupos (20 a 39 anos - grupo A, 40 a 59 anos - grupo B e além de 60 anos - grupo C). A porcentagem de seções (6 mm apicais com 1mm de espessura) mostrando istmos para os grupos A, B e C foram 50%, 41% e 24%, respectivamente. O teste qui-quadrado indicou uma correlação significativa entre a distribuição dos istmos com a idade ($p < 0,001$) onde a prevalência de istmo foi alta, especialmente no 4-6 milímetros apicais no grupo de faixa etária 20 a 39 anos (até 81%). A relação entre istmo parcial para istmo completo para o grupo C (17,1:1) foi significativamente maior do que para o grupo A (5,9:1) e para o grupo B (7,0:1) ($p < 0,001$). Os autores concluíram que a prevalência de istmos diminuiu significativamente com a idade, enquanto que a proporção entre istmo parcial e istmo completo aumentou com a idade.

PASTERNAK-JUNIOR et al. (2009) avaliaram, por meio de tomografia computadorizada, a capacidade de centralização dos instrumentos RaCe e o transporte do canal após o preparo dos canais radiculares méso-vestibular de molares superiores. Os dentes foram submetidos a três análises por tomografia de feixe cônico, uma pré-operatória e duas após o preparo com lima 35.02 e 50.02. O transporte dos canais após o preparo com a lima 35 foi de $0,030 \pm 0,253$ milímetros, e após a lima 50 foi de $0,057 \pm 0,317$ milímetros. O índice de centralização após preparo com instrumento 35 foi $0,42 \pm 0,32$ e após preparo com instrumento 50 foi de $0,54 \pm 0,29$, sem diferença estatística significativa entre os grupos. Os autores concluíram que o instrumento RaCe permitiu o preparo de canais radiculares curvos

com diâmetro maior do que os normalmente utilizados com mínimo transporte do canal e capacidade de centralização adequada.

PATEL (2009) revisou a literatura em relação às aplicações e limitações da tomografia computadorizada de feixe cônico (*cone beam* - CBCT) na clínica endodôntica. A tomografia computadorizada de feixe cônico foi projetada especificamente para produzir informação tridimensional sem distorções do esqueleto maxilofacial, incluindo os dentes e seus tecidos circundantes, com uma dose de radiação significativamente menor quando comparada com a tomografia computadorizada convencional (TC). A doença periapical pode ser detectada precocemente usando CBCT comparado com as radiografias periapicais, além de sua verdadeira dimensão, extensão, natureza e localização bem como reabsorções e fraturas de raiz, anatomia do canal radicular e a natureza da topografia do osso alveolar ao redor dos dentes. O autor conclui que quando bem indicada a tomografia complementar as informações bidimensionais das técnicas radiográficas potencializando a capacidade diagnóstica.

VAUDT et al. (2009) estudaram o tempo necessário para instrumentação, e a capacidade de modelagem de dois sistemas rotatórios NiTi (Alpha System e ProTaper Universal) em comparação com instrumentação manual com limas de aço inoxidável. Quarenta e cinco canais de raízes mesiais de molares inferiores foram selecionados e de acordo com o grau de curvatura das raízes os dentes foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos (n=15). No grupo I os canais foram alargados até o calibre #30 por meio de técnica manual, enquanto que nos grupos II e III utilizaram-se limas de NiTi do sistema rotatório seguindo as recomendações dos fabricantes. O tempo de instrumentação do sistema Alpha foi significativamente menor que a instrumentação manual ou com sistema ProTaper Universal ($p < 0,05$).

Esse sistema também mostrou menor grau de retificação quando comparado às demais técnicas de instrumentação testadas ($p < 0,05$). Os autores concluíram que, independente das diferenças verificadas entre os sistemas, o efeito de retificação apical não pôde ser evitado e áreas não instrumentadas permaneceram em todas as regiões analisadas após a utilização de todos os sistemas testados.

BERNARDES et al. (2010) compararam, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico, o aumento da área do canal radicular após instrumentação com os sistemas rotatórios EndoSequence e ProTaper em canais mesiais de molares inferiores. Os dentes foram escaneados antes e após o preparo do canal pelos sistemas Pro-Taper (PT) e EndoSequence (ES) e as medidas referente à área do canal foram realizadas a 3, 5 e 7 mm do ápice radicular. Os sistemas aumentaram significativamente a área do canal radicular ($P < 0,05$) em todos os níveis. Entre os sistemas rotatórios o maior aumento ($P < 0,05$) ocorreu com o uso do sistema EndoSequence ao nível do terceiro milímetro, sem diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) com os outros níveis. A porcentagem média de aumento da área do canal radicular usando os instrumentos EndoSequence foi de 49.45%, 46.10% e 42.29%, já para o sistema ProTaper a porcentagem média de aumento da área do canal radicular foi de 30.84%, 41.42% e 40.48%, respectivamente a 3mm, 5mm e a 7mm. Os autores concluíram que os sistemas EndoSequence e ProTaper aumentaram significativamente a área do canal radicular porém o sistema EndoSequence promoveu um maior aumento da área no terceiro milímetro.

BRUNSON et al. (2010) avaliaram, por meio de um sistema de irrigação por pressão negativa, o efeito que a conicidade e o diâmetro do preparo apical tem sobre o volume de líquido irrigante que efetivamente passa pelo canal ao

comprimento de trabalho. Os autores utilizaram um sistema de irrigação que permite a recuperação e mensuração do volume de líquido que passa pela região apical do canal. Quarenta dentes unirradiculares foram distribuídos aleatoriamente em 2 grupos, no Grupo 1 todos os canais foram instrumentados seqüencialmente até os diâmetros 30.06, 35.06, 40.06 e 45.06 com objetivo de determinar o menor diâmetro apical que permitisse maior volume de irrigante ao comprimento de trabalho. No grupo 2 os canais foram preparados seqüencialmente com as conicidades 40.02, 40.04, 40.06 e 40.08 com objetivo de determinar qual conicidade permitisse maior volume de irrigante no comprimento de trabalho. Todas as amostras foram irrigadas através de micro-cânula e o volume de hipoclorito de sódio aspirado no comprimento de trabalho foi medido durante um período de 30 segundos, através de um dispositivo de recuperação que possibilitou a mensuração. Os resultados mostraram que o aumento no diâmetro #35 para #40 resultou em ganho percentual de aproximadamente 44% no volume médio de irrigante, enquanto que o aumento no diâmetro #40 para #45 resultou em ganho percentual de aproximadamente 4%. Um aumento da conicidade de 0,02 para 0,04, 0,06 e 0,08 resultou em ganhos percentuais em torno de 74%, 5,4%, e 2,4%, respectivamente. Os autores concluíram que um aumento do diâmetro e da conicidade do preparo apical resultou em um aumento estatisticamente significativo no volume de irrigante, deste modo, um alargamento apical de diâmetro #40 com uma conicidade 0,04 possibilitou uma irrigação com volume máximo de irrigação apical através do sistema de pressão negativa com preservação da estrutura dental.

DE PABLO et al. (2010) revisaram a literatura em relação à anatomia e a morfologia do primeiro molar inferior permanente. A incidência da terceira raiz foi de 13%, três canais foram relatados em 61,3%, 4 canais em 35,7% e 5 canais em 1%

dos relatos. A configuração mais comum da raiz mesial foi de 2 canais em 94,4% e 3 canais em 2,3% sendo que o sistema de canais mais comum foi o tipo IV de Vertucci (1984) com 52,3% seguido pelo tipo II com 35%. Na raiz distal a configuração do sistema de canais foi de 62,7% de canais tipo I, 14,5% tipo II e 12,4 tipo IV. Os autores concluíram que o número de raízes esta diretamente relacionada à etnia, a morfologia e a configuração anatômica se apresentam ao clínico de maneira complexa requerendo uma conduta diagnóstica mais apurada, modificações no acesso e habilidades clínicas mais aperfeiçoadas para localizar, negociar e tratar estes sistemas de canais.

FORNARI et al. (2010) avaliaram, por meio de análise morfométrica, a influência do diâmetro final de instrumentação 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 ≤ 10 mm e diâmetro anatômico correspondente ao instrumento 25 foram aleatoriamente divididas em 4 grupos (n=10) de acordo com o diâmetro do último instrumento utilizado: GI – 30/.02; GII - 35/.02; GIII – 40/.02 e GIV - 45/.02. A irrigação entre os instrumentos foi realizada com água destilada. 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 no terço apical e a área do canal sem contato do instrumento com a dentina. Concluiu-se que o preparo dos canais radiculares com instrumentos Hero 642 de maior diâmetro final permitiram maior contato com as paredes do canal, proporcionando uma limpeza mais efetiva no terço apical do canal radicular.

GERGI et al. (2010) avaliaram, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico, o transporte do canal e a capacidade de centralização dos instrumentos Twisted Files (TF) e ProTaper-Pathfile (PP) em comparação com as limas convencionais de aço inoxidável K-files em noventa canais radiculares com curvatura severa e pequeno raio de curvatura ($\geq 10\text{mm}$). Três seções sendo uma apical, uma média e uma na porção cervical do canal foram registradas antes e após o preparo dos canais. Menor transporte foi observado com os instrumentos TF ($P < 0,0001$) 0.049 ± 0.02 , 0.06 ± 0.024 e 0.07 ± 0.03 , enquanto as limas K-files apresentaram o maior transporte 1.16 ± 0.315 , 1.78 ± 0.570 e 2.39 ± 0.430 seguido pela limas PP 0.84 ± 0.64 , 0.74 ± 0.49 e 0.72 ± 0.42 , respectivamente nos terços cervical, médio e apical. A diferença entre o sistema PP se mostrou estatisticamente significativa quando comparada com a TF ($P < .0001$) em relação ao transporte do canal. Não houve diferença estatística entre cada secção em relação ao índice de centralização entre as 3 técnicas de preparo ($P < 0,0001$). No terço cervical a lima TF mostrou o maior índice de centralização e não houve diferença estatística significativa entre os instrumentos PP e K-files ($P = 0,339$). O índice de centralização nas porções média e apical foi maior nos instrumentos TF e estatisticamente

significante ($P < 0,0001$) já o instrumento manual apresentou o menor índice de centralização ($P < 0,05$). Os autores concluíram que o sistema TF produziu o menor transporte do canal permanecendo centrado ao canal original durante o preparo mesmo com instrumentos de maior conicidade.

GU et al. (2010) avaliaram, por meio de micro tomografia computadorizada, a anatomia interna de 122 molares inferiores. Os autores encontraram uma frequência de 31,97% de molares com três raízes. A distância entre a entrada dos canais disto-vestibular, disto-lingual e mesio-lingual foi em média de 2,93 mm e 2,86 mm, respectivamente. O tipo IV de raiz, segundo a classificação de Vertucci (1984), foi o mais freqüente com 65% nas raízes com três canais e 64% nas raízes com dois canais. Os autores concluíram que molares inferiores com três raízes geralmente apresentam 4 canais independentes com alta incidência de canais acessórios nos canais mesio-vestibular e disto-vestibular.

NIELSEN et al. (2010) avaliaram *ex vivo*, por meio de microtomografia computadorizada a adaptação do instrumento apical inicial (IAI) no comprimento de trabalho em molares superiores. Doze molares superiores foram escaneados com um microtomógrafo previamente ao preparo dos canais, com resolução de 20 μm a 70 kV e 114 μA . Os canais foram alargados cervicalmente com brocas Gates-Glidden (#4 a #1 em sentido coroa-ápice) até 3 mm de profundidade e preparados com o sistema Profile .04 (#45 a #20) com uma seqüência *crown-down* até $\frac{3}{4}$ do comprimento de trabalho (CT). Em seguida, os dentes foram novamente escaneados seguindo os mesmos parâmetros descritos. A determinação do IAI foi realizada utilizando-se instrumentos manuais de aço inóx com diâmetros progressivos até o seu travamento no CT. Neste momento, eles foram fixados, os dentes novamente escaneados com parâmetros de 10 μm a 70 kV e 114 μA . Os resultados mostraram

que o diâmetro do instrumento variou de 08 a 30 sendo o menor no mesio-vestibular e o maior no palatino, a razão entre o maior e menor diâmetros do canal a 1 mm do CT foi de 3.0 ± 2.6 para o mesio-vestibular, 3.3 ± 2.6 para o mesio-palatino, 4.1 ± 3.5 para o disto vestibular e 1.6 ± 0.4 para o canal palatino. A área do canal preenchida pelo (IAI) ficou abaixo de 40% em todos os canais e o volume preenchido pelos instrumentos nos 2 mm apicais foi de $39 \pm 10\%$, $47 \pm 20\%$, $38 \pm 11\%$ e $38 \pm 16\%$ para os canais mesio-vestibular, mesio-palatino, disto-vestibular e palatino, respectivamente, sem diferença estatística ($P > 0.05$). Em 96% dos casos o IAI se prendeu a duas regiões opostas do canal, na área correspondente a 0,3 e 2,3 mm a partir do CT. Os autores concluíram que a análise revelou pouca adaptação do IAI à área apical, pois a forma do IAI não corresponde à anatomia do canal dos molares superiores.

SANFELICE et al. (2010) avaliaram, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico, a quantidade de dentina removida no alargamento cervical de raízes mesiais de molares inferiores por quatro tipos de instrumentos. A broca Gates-Glidden apresentou desgaste de 6.63 ± 1.14 e 5.93 ± 1.10 , a broca LA Axxess apresentou desgaste de 7.38 ± 1.36 e 6.55 ± 1.20 , a lima ProTaper apresentou desgaste de 6.75 ± 1.03 e 6.02 ± 0.97 e a lima K³ apresentou desgaste de 6.85 ± 1.56 e 6.08 ± 1.20 , respectivamente antes e após o preparo cervical. Houve diferença estatística entre os grupos estudados quanto às medidas de espessura de dentina antes e depois do preparo cervical. A maior redução de espessura de dentina foi observada com o uso das limas ProTaper com 11.10% seguida pela broca LA Axxess 10.61%, pela lima K3 10.25% e a broca Gates-Glidden promoveu uma redução de 8.79%, porém não houve diferença estatística entre os instrumentos. Os autores concluíram que os instrumentos utilizados são seguros e

não promoveram danos extensos à parede distal das raízes mesiais de molares inferiores.

SAUÁIA et al. (2010) avaliaram, por meio de um sistema de muflas a região 2mm abaixo da furca de raízes mesiais de molares inferiores em relação à espessura mínima de dentina. As raízes foram divididas em três grupos de acordo com o comprimento dental, G1 longo ($24.14 \text{ mm} \pm 0.85$), G2 médio ($22.10 \text{ mm} \pm 0.65$) e G3 curto ($19.97 \text{ mm} \pm 0.75$). Foi calculada, a menor distância entre a parede distal dos canais mesio-vestibular e mesio-lingual e a face externa da raiz, a distância entre os canais e a profundidade da concavidade radicular. Os resultados mostraram que a espessura de dentina é menor nas raízes longas no canal mesio-vestibular ($0.92 \text{ mm} \pm 0.11$) com diferença estatística significativa ($P < 0.05$) entre os grupos, a distância entre os canais não foi significativa entre os canais longos 3.54 (0.43), médios ($3.26 \text{ mm} \pm 0.49$) e curtos ($2.97 \text{ mm} \pm 0.5$) e a concavidade foi mais profunda nas raízes longas ($1.04 \text{ mm} \pm 0.18$) com diferença estatística significativa ($P < 0.05$). Os autores concluíram que a espessura de dentina mais fina e a concavidade mais profunda estavam presentes nos canais longos.

SILVEIRA et al. (2010) avaliaram, por meio de MEV, a adaptação do IAI nos canais mesio-vestibular e mesio-lingual de molares inferiores. Os canais foram alargados cervicalmente com brocas Batt #2 e #3, Gates-Glidden #2 e #3 e instrumentados pela técnica *crow-down* a partir do instrumento #45 até a adaptação do primeiro instrumento que atingiu o comprimento de trabalho, o qual foi fixado nesta região. Os ápices foram cortados e observados em MEV para constatação da adaptação do IAI. Os resultados mostraram que os instrumentos estavam adaptados em 47,83% do perímetro do canal mesio-vestibular e 31,71% do perímetro do canal

mesio-lingual. Os autores concluíram que os instrumentos não tocaram todas as paredes, em todos os canais avaliados.

TENNERT et al. (2010) avaliaram, por meio de estereomicroscopia, a determinação do IAI após o alargamento cervical com os sistemas FlexMaster, ProTaper e RaCe em canais méso-vestibulares de molares inferiores. Após a determinação do comprimento de trabalho (CT) os canais foram alargados cervicalmente com os sistemas mencionados e em seguida o IAI foi determinado inserindo-se passivamente instrumentos de diâmetros maiores até a sensação de travamento no CT. A região apical foi posteriormente cortada para observação e mensuração dos diâmetros do canal e do instrumento. Os resultados indicaram que os canais preparados com RaCe apresentaram a menor discrepância entre o diâmetro do canal e o IAI ($15,7 \pm 9,7 \mu\text{m}$), seguido por ProTaper ($22,2 \pm 11,0 \mu\text{m}$) e FlexMaster ($35,0 \pm 17,2 \mu\text{m}$). Os autores concluíram que o pré-alargamento dos canais radiculares melhora a determinação do diâmetro do canal radicular apical real e que o tipo e a conicidade do instrumento utilizados no pré-alargamento mostrou diferenças na precisão desta determinação do IAI.

Proposição

O objetivo no presente estudo foi avaliar, por meio de tomografia computadorizada *cone beam*, o transporte do canal, o aumento da área do canal e o desgaste da dentina intrarradicular na região cervical voltada para a furca de molares inferiores com diferentes instrumentos e verificar a influência do desgaste na determinação do instrumento apical inicial (IAI) por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Material e Métodos

Seleção da amostra e preparo do corpo de prova

Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (protocolo. 2009.1.839.58.2), foram selecionados 30 primeiros e segundos molares inferiores humanos extraídos, com raízes completamente formadas, apresentando pelo menos 10 mm de comprimento, obtidos do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, mantidos em solução de timol a 0,1%. Os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas e sua superfície radicular externa limpa por meio de raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil). As coroas foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo do dente 2 mm acima da junção esmalte-cimento (Figura 1A), com disco diamantado e o

restante do teto da câmara pulpar foi removido com auxílio de Endo-Z (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) em alta rotação, sob refrigeração.

Em seguida realizou-se uma tomada radiográfica no sentido ortorradial com filme Agfa (Agfa-Gevaert Group, São Paulo, Brasil), tempo de exposição de 0,5 segundos e distância objeto-filme de 10 cm, com auxílio de aparelho Spectro 70x (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil) com potência de 70kvp e corrente de 10 mA. Após digitalização das radiografias e análise das imagens foram selecionados os espécimes que não apresentaram canais calcificados (Figura 1B).

O livre acesso à porção apical de cada canal e a presença de forames independentes na raiz mesial foram verificados, após irrigação da câmara pulpar com solução de hipoclorito de sódio a 1%, pela introdução de limas tipo K #08 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até atingir o forame apical de cada canal. Uma tomada radiográfica no sentido méso-distal (Figura 1C) foi realizada utilizando-se os mesmos critérios relacionados previamente para visualização da patencia do canal e a presença de forames independentes.

Figura 1 - Seleção dos espécimes. (A) Espécime selecionado após limpeza e corte coronário (barra = 5mm); (B) Radiografia orto-radial; (C) Radiografia mesio-radial com limas no interior dos canais evidenciando forames independentes.

A determinação do ângulo de curvatura foi realizada através da ferramenta *Angle* do programa *ImageTool 3.0*¹, a partir da radiografia obtida no sentido ortoradial (figura 2A) de acordo com SCHNEIDER (1971). A partir da embocadura do canal, traçou-se uma linha no sentido do longo do eixo do canal (x). Em seguida, uma segunda linha (y), traçada a partir da saída do forame apical, intersectou com a primeira no ponto onde o canal começou a desviar, em razão da curvatura. O ângulo agudo formado (α) foi considerado como o ângulo de curvatura da raiz. Foram incluídos na amostra os molares que apresentarem raízes mesiais com ângulo de curvatura $\geq 20^\circ$.

Utilizando-se a mesma tomada radiográfica, determinou-se o raio de curvatura pela ferramenta *Dimensão Inclinação* do programa *CorelDraw 12* (Corel Corporation, USA). A partir da embocadura do canal, traçou-se uma linha no sentido do longo do eixo do canal (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, há um ponto em z (a) e em w (b) onde o canal começa a desviar, e sobre os quais tangencia um círculo cujo raio (r), mensurado em milímetro, foi definido como o raio de curvatura do canal (Figura 2B). Foram incluídos na amostra os molares com raízes mesiais de raio de curvatura entre 5 e 15 mm.

¹ Disponível em: <http://ddsdx.uthsca.edu/dig/itdesc.html>, University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas, EUA. Acesso em 09/12/2009.

Figura 2 – Imagens radiográficas para mensuração do ângulo de curvatura (A) e do raio de curvatura (B).

Os 30 molares selecionados foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos (n=10), usando-se a técnica de amostra casual simples através do programa *Excel* (Microsoft Excel, Microsoft, USA).

Para cada grupo de 10 dentes foi confeccionado um corpo de prova (Figura 3). Para isto, verteu-se parafina derretida em uma matriz de aço de dimensões 160 x 28 x 28 mm, até 2 mm de sua borda. Após resfriamento da parafina, com auxílio de um pirógrafo, a porção coronal de cada espécime foi fixada na parafina, lado a lado, com espaçamento de 2 mm entre as coroas, mantendo-se o alinhamento das raízes mesiais sempre a direita do operador em uma visão oclusal dos dentes (Figura 4A). Em seguida foi vertida resina transparente autopolimerizável de maneira a ocupar todo o espaço interdental até a borda da matriz de aço, totalizando 2 mm de espessura. Após sua polimerização, os conjuntos dentes/resina foram removidos da matriz de aço (Figura 4B).

Figura 3 - Esquema ilustrativo do corpo de prova; (A) Visão superior identificando os marcadores para alinhamento da tomografia e as coroas dos dentes; (B) Visão lateral que possibilita a visualização das raízes.

Visando a criação de pontos de referência para posterior análise tomográfica, foram confeccionadas três cavidades lateralmente aos espécimes por meio de broca LN (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) em baixa rotação, onde foram inseridos cones de guta percha (Figura 4).

Figura 4 – Base de acrílico com os dentes incluídos e marcação com guta percha. (A) Vista lateral mostrando a disposição de marcadores de guta-percha; (B) Vista oclusal do corpo de prova após corte dos excessos de guta percha.

Delineamento experimental

Inicialmente os corpos de prova foram escaneados por meio do tomógrafo computadorizado de feixe cônico (i-CAT®, Imaging Sciences International, Hartfield, PA, EUA) com protocolo de aquisição com *voxel* de 0,2 mm, tempo de exposição de 40 segundos e *Field of view* (FOV) de 6 cm.

Em seguida, por meio de sorteio, foram definidos os grupos experimentais (grupo 1: Gates-Glidden; grupo 2: LA Axxess) e controle (grupo 3: sem preparo cervical). Cada espécime foi identificado a partir de sua posição no corpo de prova, sequencialmente, da esquerda para direita.

O limite de penetração dos instrumentos para o preparo cervical de cada espécime dental foi baseado na mensuração da distância do ponto de referência coronário à entrada dos canais com auxílio de lima # 90 acrescentando-se 5 mm a esta medida.

Para o preparo cervical as brocas Gates-Glidden e LA Axxess foram acopladas a um contra ângulo 1:1 (Dabi Atlante, Ribeirão Preto-SP, Brasil) acionado por micromotor elétrico (Nt-Matic-Aseptico, Woodinville-WA, EUA) a 5.000 rpm. Cada broca foi introduzida uma única vez, de forma sequencial, a partir do instrumento de menor calibre, seguindo-se o longo eixo do canal até o limite pré-determinado. A cada troca de instrumento, o canal era irrigado com 2 ml de solução de hipoclorito de sódio a 1%, mantendo-se a câmara pulpar sempre preenchida com a solução. Os canais da raiz mesial, no grupo 1 foram preparados com brocas Gates-Glidden 2 e 3 e, no grupo 2, com os instrumentos LA Axxess 20.06 e 35.06. No canal distal, no grupo 1 foram utilizadas brocas Gates-Glidden 3 e 4 e, no grupo 2, instrumentos LA Axxess 35.06 e 45.06.

Concluído o preparo do terço cervical dos canais radiculares os corpos de prova foram submetidos a novo exame tomográfico seguindo o mesmo protocolo descrito para o exame tomográfico inicial.

Em seguida os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 1% e uma lima 08 tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi cuidadosamente introduzida no interior dos canais até que sua ponta coincidisse com o forame apical. A seguir recuou-se 1 mm do comprimento obtido estabelecendo-se assim o comprimento de trabalho.

Para a determinação do IAI foram utilizadas limas tipo K de aço inox, com 25 milímetros de comprimento (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), a partir da lima

10 sob irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 1%, introduzidas de forma crescente e sequencial até atingir o comprimento de trabalho pré-estabelecido. Foi considerado como IAI o primeiro instrumento a propiciar a sensação tátil de estar ajustado ao canal. Em seguida, o IAI foi fixado na região cervical do canal radicular utilizando-se adesivo à base de cianoacrilato (SuperBonder, Loctite, São Paulo, Brasil).

As raízes foram planificadas perpendicularmente ao longo eixo do canal na porção apical até a exposição do instrumento de forma a permitir a remoção de sua guia de penetração com auxílio de lixas d'água granulação 500.

As raízes seccionadas foram imersas em solução de EDTA por 3 minutos, sob agitação em aparelho de ultrassom (Ultrasonic Cleaner, Odontobrás Indústria e Comércio, Ribeirão Preto, Brasil), e posteriormente lavadas em água corrente por 30 minutos para remoção de traços da solução. Após a secagem com papel absorvente foram avaliadas em lupa estereoscópica (Leica, Wild, Heerbrugg, Suíça) (Figura 5).

Figura 5 – Imagem obtida em lupa estereoscópica mostrando o IAI sem a guia de penetração após desgaste da região apical na raiz distal.

Em seguida as raízes já preparadas e limpas foram submetidas à bateria alcoóis em concentração ascendente (50%, 60%, 70%, 80%, 96% e 100%), sendo mantidas por uma hora em cada solução. Após a desidratação, as amostras foram fixadas em estruturas cilíndricas metálicas (10 x 10 mm) utilizando-se fita adesiva de dupla face (Electron Microscopy Sciences, Washington, Estados Unidos) e metalizadas por meio de fina camada de ouro (20 a 30 nm) sob vácuo (SDC 050, Bal-Tec AG, Liechtenstein, Suíça), utilizando-se os seguintes parâmetros: pressão de 0,01 mbar, corrente de 40 mA, distância de trabalho de 50 milímetros, tempo de cobertura de 110 segundos. A avaliação da amostra foi feita a partir de imagens obtidas em microscópio eletrônico de varredura (JSM 5410, JEOL Ltda., Tokyo, Japão), do Laboratório de Microscopia Eletrônica da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP – Campus Jaboticabal, operado a 20 KV.

Análise do desgaste cervical.

1. Transporte

Foram selecionadas imagens a partir de cortes axiais perpendiculares ao longo eixo do canal, por meio do programa *IcatVision*[®] (Imaging Sciences International, Hartfield, PA, EUA), em intervalo de 1 em 1 milímetro a partir da entrada do canal, até o limite mais apical do preparo cervical, nos exames tomográficos inicial e final aqui denominadas topogramas. Aos topogramas iniciais foi adicionado uma escala para posterior calibragem do programa *ImageTool 3.0*.

Os topogramas inicial e final, de cada canal, obtidos na mesma altura da região cervical, foram exportados para o programa *CorelDraw 12* (Corel Corporation, EUA) e por meio das ferramentas *desenho inteligente* e *ângulo de rotação* foi confeccionada uma grade de 4 linhas dispostas em ângulos de 45° entre si cuja

interseção foi posicionada no centro do canal do topograma inicial. Em seguida, por meio da ferramenta *transparência interativa* o topograma final, correspondente à mesma região, teve sua opacidade reduzida em 14% sendo, a seguir, sobreposto sobre o topograma inicial.

A imagem dos topogramas sobrepostos foi transferida para análise no programa *ImageTool 3.0*. A ferramenta *Calibrate Spatial Measurements* permitiu a calibração do programa com a escala de dimensão conhecida (3 milímetros), inserida durante a obtenção dos topogramas. A seguir utilizando-se a ferramenta *Distance* foi possível realizar as mensurações para estabelecer o transporte e o índice de centralização (IC), calculado a partir dos dados obtidos pelo desvio do canal na direção mesial [$m_{total}=(m1+m2+m3)/3$], na direção distal [$d_{total}=(d1+d2+d3)/3$] e pela média do diâmetro do canal [$D_{total}=(D1+D2+D3)/3$]. O índice de centralização foi calculado de acordo com a equação: $IC = (m_{total} - d_{total})/D_{total}$. (Figura 6). Para o cálculo do índice de centralização de cada canal foi usada a média dos índices de centralização dos 5 mm preparados.

Figura 6 – Representação esquemática para cálculo do índice de centralização (IC), onde d1, d2 e d3 representam a distância entre o canal preparado e o canal não preparado nos sentidos disto-vestibular, distal e disto-lingual, respectivamente; m1, m2 e m3 representam a distância entre o canal preparado e o canal não preparado nos sentidos méso-vestibular, mesial e méso-lingual, respectivamente; D1, D2 e D3 representam o diâmetro do canal preparado em três direções. $IC = (m_{total} - d_{total})/D_{total}$.

2. Área do canal

O cálculo da área dos canais, em mm^2 , antes e após o preparo foi realizado com a ferramenta *Area* do programa *Image Tool 3.0*. Em seguida, o aumento percentual da área foi calculado a partir da diferença entre a área do canal preparado, obtida no topograma final e a área do canal não preparado, obtida no topograma inicial, por meio da fórmula $(A_1 \times 100)/(A - 100)$, onde A representa a área do canal sem alargamento e A_1 representa a área do canal preparado. O cálculo do percentual de aumento da área de cada canal, seguindo a metodologia de cálculo do índice de centralização, priorizou a média dos percentuais de aumento da área dos 5 mm preparados.

3. Desgaste da dentina intraradicular

Por meio da ferramenta *distance* do programa *Image Tool 3.0* foi mensurada a distância entre o canal preparado e a porção externa da raiz, na direção mesial, correspondendo à espessura da dentina remanescente dos 5 mm da região cervical preparados. Foi calculado, na região voltada para a furca em ambas as raízes, o valor do remanescente antes do preparo subtraído do remanescente após o preparo, este resultado corresponde ao desgaste absoluto, em milímetro, promovido pelos instrumentos testados.

Análise da região apical.

1. Diâmetro do Instrumento Apical Inicial (IAI).

As imagens digitalizadas das fotomicrografias foram transferidas para o programa *ImageTool 3.0* e com o auxílio da ferramenta *Distance* foi mensurado o diâmetro do IAI fixo no canal ao comprimento de trabalho (Figura 7).

Figura 7 – Fotomicrografia da porção apical do canal no comprimento de trabalho mostrando o instrumento apical inicial sem a guia de penetração no interior do canal radicular. Determinação do diâmetro do IAI (linha vermelha)

2. Ocupação da área do canal pelo IAI

Após a calibração do programa *ImageTool 3.0* através da ferramenta *Calibrate Spatial Measurements* foi realizada a mensuração da área total do canal e da área do IAI através da ferramenta *Area*, estabelecendo assim a porcentagem de ocupação do espaço do canal pelo instrumento por meio da fórmula $\frac{\text{ØIAI}}{\text{ØC}} \times 100$, onde ØIAI representa a área do instrumento e ØC representa a área do canal (Figura 8).

Figura 8 – Fotomicrografias da porção apical do canal com o IAI sem guia de penetração. (A) Delimitação da área do canal (tracejado vermelho); (B) Delimitação da área do instrumento (tracejado vermelho).

3. Forma do canal

As imagens digitalizadas das fotomicrografias obtidas na microscopia eletrônica de varredura foram digitalizadas por meio de um *scanner* (Hp 7400 – Houston, Estados Unidos) e transferidas para o programa *ImageTool 3.0*. para análise.

A forma dos canais radiculares foi classificada em: circular (quando ambos os diâmetros, vestibulo-lingual e méso-distal, eram similares); oval (quando a relação entre o maior diâmetro e menor diâmetro for $\leq 2/3$); achatado (quando a relação entre o maior diâmetro e menor diâmetro for $\geq 2/3$) e irregular (quando os parâmetros relatados anteriormente não se aplicaram e seu contorno apresentou-se irregular). (Figura 9).

Figura 9 – Fotomicrografias representativas da região apical com formato circular (A); oval (B); achatado (C) e irregular (D). Asterisco indica o IAI.

Análise estatística

Os dados de cada parâmetro avaliado nos topogramas obtidos de 1 em 1 mm a partir da entrada do canal foram submetidos a testes estatísticos preliminares com o objetivo de verificar a distribuição amostral e, conseqüentemente, a aplicação de testes paramétricos ou não paramétricos. A análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico SPSS 17 (LEAD Technologies, Inc., Chicago, IL, USA) com nível de significância de 95%.

Resultados

1. Seleção da Amostra

Os dados amostrais resultantes das mensurações do ângulo de curvatura e do raio de curvatura da raiz mesial foram comparados e não mostraram diferença estatisticamente significativa em relação aos três grupos estudados (Tabela I).

Tabela I. Ângulo (graus) e raio (mm) de curvatura da raiz mesial nos três grupos estudados (média $\pm$ desvio padrão).

Raiz Mesial	Grupo 1 Gates Glidden (n=10)	Grupo 2 LA Axxess (n=10)	Grupo 3 Sem Preparo (n=10)	p
Ângulo de Curvatura	27,33 $\pm$ 5,33	27,12 $\pm$ 5,91	24,68 $\pm$ 5,22	0,539
Raio de Curvatura	9,24 $\pm$ 1,69	9,50 $\pm$ 2,09	7,71 $\pm$ 1,74	0,106

One-Way ANOVA, *post hoc* teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Os dados relativos ao comprimento dos canais dos espécimes selecionados para os grupos estudados não apresentaram diferença estatística nos canais méso-vestibular, méso-lingual e distal ($p = 0,367$, $p = 0,163$ e $p = 0,052$, respectivamente) (Tabela II). Os resultados das tabelas I e II evidenciam a homogeneidade da amostra.

Tabela II. Comprimento médio dos canais radiculares (mm) (média $\pm$ desvio padrão).

Canal	Grupo 1 Gates Glidden (n=10)	Grupo 2 LA Axxess (n=10)	Grupo 3 Sem Preparo (n=10)	p
Mésio-vestibular	14,31 $\pm$ 1,49	13,35 $\pm$ 1,40	13,83 $\pm$ 1,35	0,367
Mésio-lingual	14,06 $\pm$ 1,61	12,75 $\pm$ 1,36	13,33 $\pm$ 1,22	0,163
Distal	14,31 $\pm$ 0,88	13,0 $\pm$ 1,05	13,50 $\pm$ 1,22	0,052

Teste One-Way ANOVA ($\alpha=0,05$).

Análise do desgaste cervical

1. Transporte

Não houve diferença estatística entre os grupos 1 e 2 em relação ao índice de centralização e os valores apresentados se mostraram baixos, próximos de zero, valor que indica a centralização do preparo (Tabela III). O sentido do desgaste foi para distal nos canais méso-vestibular e méso-lingual independente do instrumento testado. No canal distal o desgaste ocorreu no sentido mesial com as Gates-Glidden e no sentido distal com as LA Axxess.

Tabela III. Índice de centralização (média $\pm$ desvio padrão) referente aos 5mm cervicais.

Canal	Grupo 1 (Gates-Glidden)	Grupo 2 (LA Axxess)	<i>P</i>
Mésio-vestibular	-0,06 $\pm$ 0,38	-0,11 $\pm$ 0,42	0,598
Mésio-lingual	-0,12 $\pm$ 0,38	-0,14 $\pm$ 0,44	0,849
Distal	0,08 $\pm$ 0,37	-0,02 $\pm$ 0,31	0,159

Valores negativos representam desvio do preparo do canal para distal e valores positivos para mesial. "0" representa que o preparo se manteve centralizado. (Teste *t* para amostras independentes, $p < 0,05$).

2. Área do canal

A análise dos dados referente à área do canal, antes e após o preparo, está listada na Tabela IV.

Tabela IV. Aumento percentual da área do canal na região cervical referentes aos 5 mm cervicais (média $\pm$ desvio-padrão) (%).

Canal	Grupo 1 (Gates-Glidden)	Grupo 2 (LA Axxess)	<i>P</i>
Mésio-vestibular	92,49 $\pm$ 57,24	70,86 $\pm$ 66,19	0,106
Mésio-lingual	114,55 $\pm$ 71,99	83,13 $\pm$ 56,96	0,023*
Distal	57,49 $\pm$ 32,28	55,68 $\pm$ 41,89	0,822

Valores em negrito marcados com asterisco apresentam diferença estatística (Teste *t* para amostras independentes, $p < 0,05$).

O aumento percentual da área do canal promovido pelos instrumentos testados na região cervical foi maior no canal mésio-lingual, estatisticamente significativo ($p = 0,023$), em relação aos canais mésio-vestibular e distal. A área de desgaste da Gates-Glidden foi significativamente maior que a LA Axxess no canal mésio-lingual e não houve diferença nos canais mésio-vestibular e distal.

3. Desgaste da dentina intraradicular

Os valores do desgaste absoluto, em milímetro, promovido pelos instrumentos testados, na região voltada para a furca em ambas as raízes, estão listados na Tabela V, apresentado diferença estatística somente na raiz distal.

Tabela V. Desgaste absoluto, em mm, promovido pelos instrumentos testados, na região voltada para a furca em ambas as raízes.

Canal	Gates-Glidden	LA Axxess	<i>p</i>
Mésio-vestibular	0,23 $\pm$ 0,18	0,21 $\pm$ 0,17	0,548
Mésio-lingual	0,26 $\pm$ 0,19	0,24 $\pm$ 0,19	0,680
Distal	0,33 $\pm$ 0,23	0,19 $\pm$ 0,16	0,001

Em negrito: Teste *t* = diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Análise da região apical.

1. Diâmetro do Instrumento Apical Inicial (IAI).

A análise dos resultados (Tabela VI) evidenciam que o diâmetro médio do instrumento apical inicial apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimental e sem alargamento cervical nos canais méso-vestibular ($p = 0,007$) e méso-lingual ($p = 0,001$). O preparo com a LA Axxess propiciou o IAI de maior calibre em relação ao grupo controle nos canais da raiz mesial, enquanto, a Gates-Glidden foi diferente no canal méso-lingual e apresentou comportamento ora semelhante a LA Axxess, ora ao grupo controle no canal méso-vestibular. No canal distal não foi observado diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais e controle ($p = 0,631$).

Tabela VI. Diâmetro médio do IAI ao comprimento de trabalho (média $\pm$ desvio padrão).

Canal	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	p
	Gates Glidden (n=10)	LA Axxess (n=10)	Sem Preparo (n=10)	
Mésio-vestibular	0,21 $\pm$ 0,06 ^{a,b}	0,25 $\pm$ 0,08 ^b	0,16 $\pm$ 0,04 ^a	0,007*
Mésio-lingual	0,22 $\pm$ 0,06 ^a	0,26 $\pm$ 0,10 ^a	0,13 $\pm$ 0,04 ^b	0,001*
Distal	0,31 $\pm$ 0,05 ^a	0,34 $\pm$ 0,10 ^a	0,33 $\pm$ 0,08 ^a	0,631

Valores marcados em negrito com asterisco apresentam diferença estatística. One-Way ANOVA, *post hoc* teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

2. Ocupação da área do canal pelo IAI.

Os dados referentes ao percentual médio de ocupação da área do canal pelo IAI no comprimento de trabalho estão listados na Tabela VII, evidenciando não que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimental e controle em todos os canais avaliados ($p>0,05$).

Tabela VII. Percentual médio de ocupação da área do canal pelo IAI no comprimento de trabalho (média $\pm$ desvio-padrão) (%).

Canal	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	p
	Gates-Glidden (n=10)	LA Axxess (n=10)	Sem Preparo (n=10)	
Mésio-vestibular	22,76 $\pm$ 7,32	27,30 $\pm$ 11,17	20,42 $\pm$ 7,35	0,254
Mésio-lingual	22,28 $\pm$ 4,82	22,39 $\pm$ 8,11	21,99 $\pm$ 18,72	0,997
Distal	20,27 $\pm$ 11,33	18,40 $\pm$ 7,42	24,31 $\pm$ 13,70	0,504

One-Way ANOVA ($p>0,05$).

A Figura 10 ilustra a área ocupada pelo IAI em relação à área do canal.

Figura 10. Fotomicrografias da região apical dos canais méso-lingual (A) e distal (B) a 1mm do ápice mostrando a ocupação do IAI.

3. Forma do canal

A análise da forma do canal no comprimento de trabalho permitiu observar predomínio da forma oval no canal méso-vestibular; oval e achatada no canal méso-lingual; oval e irregular no canal distal (Tabela VIII).

Tabela VIII. Porcentagem da Forma do canal ao comprimento de trabalho 1 mm aquém do ápice (média $\pm$ desvio padrão).

Canal (n=30)	Circular (%)	Oval (%)	Achatado (%)	Irregular (%)
Mésio-vestibular	13,33	50*	30	6,67
Mésio-lingual	10	36,67*	36,67*	16,66
Distal	20	30	20	30*

Valores em negrito com asterisco representam as condições mais freqüentes.

Discussão

Canais com curvaturas acentuadas e abruptas submetem os instrumentos endodônticos a maior carga de força, influenciando a sensibilidade tátil do operador em relação ao travamento do instrumento no comprimento de trabalho e consequentemente, na seleção do IAI (WU et al. 2002). Além disto, frequentemente, seu preparo resulta em transporte quando comparado ao preparo de canais relativamente retos (THOMPSON; DUMMER, 1997a, b).

Desta maneira, torna-se importante, para a avaliação do preparo promovido pelo alargamento cervical e para a determinação do IAI, a seleção de canais com curvaturas acentuadas. Seguindo a classificação de VERTUCCI (1984), foram incluídos neste estudo raízes mesiais do tipo IV com dois canais independentes, da

câmara pulpar até o ápice radicular, e que apresentavam ângulo e raio de curvatura acentuados. O ângulo de curvatura dos canais foi definido pelo método de SCHNEIDER (1971) conforme trabalhos previamente realizados (CONTRERAS et al., 2001; ZUCKERMAN et al., 2003; KUTLER et al., 2004; WU et al., 2005; SCHMITZ et al. 2008; VERSIANI et al., 2008; PASTERNAK-JUNIOR et al., 2009; FORNARI et al., 2010; NIELSEN et al., 2010). Para a mensuração do raio de curvatura utilizou-se o método que incorpora a geometria do canal como fator de influência no preparo dos canais radiculares (PRUETT et al. 1997). Além do ângulo e raio de curvatura, o comprimento das raízes também foi padronizado, uma vez que tem sido considerado como fator de risco para ocorrência de acidentes operatórios em molares (SAUAIA et al., 2010).

O alargamento cervical foi realizado com uso de motor elétrico possibilitando a padronização da velocidade de corte dos dois instrumentos testados. O limite de profundidade de preparo foi estabelecido a 5 mm, a partir da entrada do canal, uma vez que esta região tem sido relacionada à maior incidência de acidentes operatórios (ABOU-RASS et al., 1980; LIM; STOCK, 1987; CONTRERAS et al. 2001; DEUTSCH et al., 2004).

A escolha dos instrumentos testados baseou-se no fato dos mesmos serem amplamente utilizados para o preparo do terço cervical e possuírem diferentes características (ISOM et al. 1995; CONTRERAS et al., 2001; DAVIS et al., 2002; ZUCKERMAN et al., 2003; KUTLER et al., 2004; WU et al., 2005; COUTINHO-FILHO et al., 2008; NIELSEN et al. 2010). A broca Gates-Glidden com forma de chama promove o preparo de formato cilíndrico proporcional ao maior diâmetro da parte ativa do instrumento (LOPES et al. 1993), proporcionando com as brocas 3 e 4

cilindros de diâmetro 0,90 e 1,10 mm, respectivamente. A broca LA Axxess propicia preparo de formato cônico proporcional à sua parte ativa.

O transporte do trajeto original do canal radicular em toda sua extensão, durante o preparo biomecânico, pode ser identificado pela formação de degraus, zip ou ombro, perfuração lateral e apical (PETERS et al., 2001a e b; PAQUÉ et al., 2005) e ampliação da porção externa a curvatura sem alteração da posição original do forame apical.

Os métodos propostos para a investigação do transporte do canal radicular em dentes extraídos utilizam sobreposição de imagens radiográficas antes e após a instrumentação (GUELZOW et al., 2005), sistema de muflas (BRAMANTE et al., 1987; COUTINHO-FILHO et al., 2002; GUELZOW et al., 2005; PAQUÉ et al., 2005; COUTINHO-FILHO et al., 2008; SAUÁIA et al., 2010) e aparatos de diagnóstico como o tomógrafo (PETERS, 2004; PAQUÉ et al., 2005; VERSIANI et al., 2008; PASTERNAK JUNIOR et al., 2009; SANFELICE et al., 2010).

A avaliação do preparo cervical promovido pelas brocas Gates-Glidden e LA Axxess neste estudo, foi realizada por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) por ser um método que permite a avaliação tridimensional do espécime sem promover sua destruição (PASTERNAK-JUNIOR et al., 2009; PATEL, 2009; BERNARDES et al., 2010; GERGI et al., 2010; SANFELICE et al., 2010). Neste sentido, avaliou-se o remanescente dentinário após o preparo e o transporte seguindo-se metodologia proposta por LOIZIDES et al. (2007).

No presente estudo para estabilizar o corpo de prova durante as aquisições tomográficas, os espécimes foram fixados em base de resina acrílica (VERSIANI et al., 2008; PASTERNAK-JUNIOR et al., 2009). Além disto, nesta mesma base, lateralmente aos espécimes foram inseridos marcadores de guta percha, o que

permitiu o alinhamento dos topogramas obtidos nos escaneamentos realizados antes e depois do preparo cervical.

A influência do pré-alargamento na determinação do IAI foi realizada por meio de MEV, que possibilitou a determinação da porcentagem de ocupação do IAI em relação à área do canal, além da sua forma nesta região (BAUGH; WALLACE, 2005). Desta maneira a ocupação de 100% da área do canal pelo instrumento seria o desejável.

No presente estudo, o sentido do desgaste nos canais méso-vestibular e méso-lingual foi para distal, independentemente do instrumento testado. Cumpre salientar que a Gates-Glidden e a LA Axxess não foram utilizadas em movimento anticurvatura, sendo apenas inseridas no sentido do longo eixo do canal até o comprimento pré-determinado, visando padronizar a sua cinemática. Assim, o desgaste promovido ficou limitado ao maior diâmetro de corte ao longo do instrumento, o que possivelmente diminuiu o impacto do *design* dos instrumentos testados na centralização do preparo.

No canal distal o transporte apresentou leve desvio em direção mesial quando preparado com as Gates-Glidden, já no grupo preparado com as LA Axxess o transporte foi levemente para a direção distal, contudo sem diferença estatística. Esses resultados evidenciaram valores próximos da centralização, provavelmente, em função do canal distal não apresentar interferências na região cervical e serem mais amplos, favorecendo que o instrumento percorra seu trajeto no longo eixo com o mínimo de deslocamento.

Embora os instrumentos testados apresentem diferentes desenhos, houve diferença estatisticamente significativa apenas no canal méso-lingual em relação a aumento percentual da área, possivelmente em virtude da variação na morfologia

grupo dental estudado no presente estudo (VERTUCCI, 2005). Na literatura o aumento percentual da área preparada na região cervical com a Gates Glidden variou de 40% à 382%. Essa variação ocorre provavelmente em função das diferenças metodológicas principalmente relacionadas com o tamanho do instrumento e a profundidade que foi utilizada (HARLAN et al., 1996; BERTRAND et al., 2001; COUTINHO-FILHO et al., 2008). A análise dos percentuais de aumento da área no canal distal evidencia semelhança estatística entre os instrumentos testados, e menores percentuais em relação aos canais mesiais, provavelmente influenciados pela condição anatômica mais ampla do canal distal nesta região.

Os valores do desgaste absoluto, promovido pelos instrumentos testados na região voltada para a furca, evidenciaram semelhança nos canais mesiais. Por outro lado, foi maior na raiz distal com as Gates-Glidden, por este canal não apresentar interferências na região cervical e serem mais amplos favorece que o instrumento percorra seu trajeto no longo eixo com o mínimo de deslocamento e com isso em função do *design* a Gates-Glidden acaba por remover maior quantidade de dentina resultando em preparo cilindro, ao contrário da LA AXXESS que promove o preparo cônico. Em relação à raiz mesial o resultado do presente estudo foi semelhante aos achados SANFELICE et al. (2010).

O IAI obtido nos canais mesiais mostrou que o alargamento do terço cervical, independentemente do instrumento, possibilitou a introdução de lima em torno de 100 µm mais calibrosa em relação ao grupo sem alargamento cervical, estando de acordo com os estudos de CONTRERAS et al. (2001), TAN; MESSER (2002), NIELSEN et al. (2010) e SILVEIRA et al. (2010). No canal distal, o alargamento cervical não influenciou o IAI, provavelmente pelo fato de apresentar uma morfologia sem interferências na região cervical, permitindo que a lima percorra o canal com menor possibilidade de ser retida por alguma irregularidade anatômica.

Por outro lado, a análise do percentual de ocupação do IAI mostrou que estes instrumentos ocuparam em média 18 a 27% da área do canal, mesmo após o preparo cervical. NIELSEN et al., (2010) relataram que a área do canal preenchida pelo (IAI) ficou abaixo de 40% em t canais de molares superiores. Os dados obtidos no presente estudo são coerentes com a análise qualitativa da forma dos canais, na qual se observou predominantemente canais ovais, achatados e irregulares, diferente da secção transversal dos instrumentos. Vale salientar que quando realizado o preparo cervical em dentes com configuração anatômica apical próxima da forma circular, observou-se melhor adaptação do IAI (BARROSO et al., 2005; PÉCORA et al., 2005; VANNI et al., 2005; IBELLI et al., 2007).

Considerando os resultados de IAI e o volume de ocupação destes instrumentos no interior do canal radicular, nos parece que o diâmetro final do preparo apical em torno de 0,25 ou 0,30 milímetros não permite a limpeza adequada desta região em canais curvos de molares inferiores, portanto um aumento no diâmetro deste preparo é necessário para possibilitar a remoção das irregularidades anatômicas (KEREKES; TRONSTAD, 1977; ROLLISON et al. 2002; PÉCORA; CAPELLI 2006; PASTERNAK-JUNIOR et al., 2009; FORNARI et al., 2010), redução microbiana (ROLLISON et al., 2002; MICKEL et al., 2007) e maior capacidade de limpeza (FORNARI et al., 2010).

O protocolo clínico para determinação do diâmetro final de instrumentação só será efetivo quando houver condição tecnológica que permita mensurar, não só a área apical a ser preparada, mas também a forma do canal, possibilitando o planejamento para a ampliação, limpeza e preenchimento do sistema de canais radiculares.

Conclusões

Diante da metodologia empregada e com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. Houve discreto transporte em direção distal nas raízes mesiais proporcionado pelos dois instrumentos avaliados. No canal distal o instrumento Gates-Glidden proporcionou transporte em direção mesial e o instrumento La Axxess proporcionou transporte em direção distal.
2. O aumento percentual da área do canal se mostrou significativo estatisticamente no canal mesio-lingual, proporcionado pela broca Gates-

Glidden. Nos canais mesio-vestibular e distal o percentual de aumento da área preparada foi equivalente entre os instrumentos.

3. O preparo cervical, independente do instrumento avaliado, propiciou a seleção do IAI de maior calibre nos canais mesiais. Entretanto, a área ocupada por este instrumento foi em torno de 25% da área total da secção a 1 mm do ápice em função da configuração anatômica desta região, que teve predominância dos formatos oval, achatado e irregular.

Referências Bibliográficas

ABO-RASS, M; FRANK, A.L.; GLICK, D. H. The anti-curvature filing method to prepare the curved root canal. **J Am Dent Assoc** v. 35, n. 5, p. 792-4, 1980

BARATTO-FILHO, F.; LEONARDI, D. P.; ZIELAK, VANNI, J. R.; SAYÃO-MAIA, S. M. A.; SOUSA-NETO, M. D. Influence of protaper finishing files and sodium hypochlorite on cleaning and shaping of mandibular central incisors – A histological analysis. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 17, n. 3, p. 229-33, 2009.

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.; CAPELLI, A.; SAQUY, P. C.; PECORA, J. D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary premolars: SEM analysis. **Braz. Dent. J.**, v. 16, n. 1, p.30-4., 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. 333-40, 2005.

BERGMANS, L.; VAN CLEYNENBREUGEL, J.; WEVERS, M.; LAMBRECHTS, P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 5, p. 390-8, 2001.

BERNARDES, R. A. D.; E. A. D. ROCHA; DUARTE, M. A. H.; VIVAN, R. R.; MORAES, I. G.; BRAMANTE, A. S.; AZEVEDO, J. R. Root Canal Area Increase Promoted by the EndoSequence and ProTaper Systems: Comparison by Computed Tomography. **J Endod.** v. 36, n. 7, p. 1179-82, 2010.

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. 631-6, 2001.

BERUTTI, E. Computerized analysis of the instrumentation of the root canal system. **J. Endod.**, v. 19, n. 5, p. 236-238, 1993.

BLAŠKOVIĆ-ŠUBAT, V.; SMOJVER, I.; MARIČIĆ, B.; ŠUTALO, J. A computerized method for the evaluation of root canal morphology. **Int. Endod. J.**, v. 28, n. 6, p. 290-6, 1995.

BRAMANTE, C. M.; BERBERT, A.; BORGES, R. P. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. **J. Endod.**, v. 13, n. 5, p. 243-5, 1987.

BRUNSON, M.; C. HEILBORN; JOHNSON, D. J.; COHENCA, N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. **J Endod.**, v. 36, n. 4, p. 721-4, 2010.

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.

CONTRERAS, M. A.; ZINMAN, E. H.; KAPLAN, S. K.; Comparison of the first file that fits at the apex, before and after early flaring. **J Endod.**, v.,27, n.,2, p.,113-6, 2001.

COUTINHO-FILHO, T.; DE-DEUS, G.; PINTO, T. G.; GURGEL-FILHO, E. D.; MANIGLI-FERREIRA, C. A computer evaluation of the dentin remaining after cervical preparation in curved canals: gates-glidden drills vs. orifice shaper **Braz. J. Oral Sci.** v. 1, n. 3, p. 116-20, 2002

COUTINHO-FILHO, T.; DE-DEUS, G.; GURGEL-FILHO, E. D.; ROCHA-LIMA, A. C.; DIAS, K. R.; BARBOSA, C. A.. Evaluation of the risk of a stripping perforation with Gates-Glidden drills: serial versus crown-down sequences. **Braz. Oral Res.**, v. 22, n. 1, p..18-24, 2008.

DAVIS, R. D.; MARSHALL, J. G.; BAUMGARTNER, J. C. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. **J. Endod.**, v. 28, n. 6, p. 438-442, 2002.

DE PABLO, O. V.; ESTEVEZ, R.; PEIX SANCHEZ, M.; HEILBORN, C.; COHENCA, N. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review **J Endod.**, v. 36, n. 12, p. 1919-31, 2010.

DEUTSCH, A. S. AND B. L. MUSIKANT Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers. **J Endod.**, v. 30, n. 6, p. 388-90, 2004.

DOWKER, S. E. P.; DAVIS, G. R.; ELLIOTT, J. C. X-ray microtomography: nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 83, n. 4, p. 510-6, 1997.

ESTRELA, C.; STEPHAN, I. W. Estudo comparativo do desgaste dentinário na parede distal do canal mésovestibular do 1º molar inferior, produzido por três técnicas de instrumentação. **ROBRAC** v. 1, n. 1, p. 11-5, 1991.

ESTRELA, C., BUENO, M. R., SOUSA-NETO, M. D.; PECORA, J. D. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. **Braz. Dent. J.**, v. 19, n. 2, p. 114-8, 2008.

FORNARI, V. J.; SILVA-SOUSA, Y. T.; VANNI, J. R.; PÉCOR A J. D.; VERSIANI, M. A.; SOUSA-NETO, M. D. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 11, p. 988-94, 2010.

GERGI, R. D.; RJEILY, J. A. D.; SADER, J.; NAAMAN, A. Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of Twisted Files, Pathfile-ProTaper System, and Stainless Steel Hand K-Files by Using Computed Tomography. **J. Endod.**, v. 36, n. 5, p. 904-7, 2010.

GLOSSON, C. R.; HALLER, R. H.; DOVE, S. B.; DEL RIO, C. E. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. **J. Endod.**, v. 21, n. 3, p. 146-51, 1995.

GU, L.; WEI, X.; LING, J.; HUANG, X. A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in a Chinese population. **J. Endod.**, v. 35, n. 3, p. 353-6, 2009.

GU, Y.; LU, Q.; WANG, H.; DING, Y.; WANG, P.; NI, L. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars--part I: pulp floor and root canal system **J Endod.**, v.36, n. 6, p. 990-4, 2010.

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. 743-52, 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. 410-3, 1996.

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.

IBELLI, G. S.; BARROSO, J. M.; CAPELLI, A.; SPANÓ J. C. E.; PÉCORA, J. D.. Influence of cervical preflaring on apical file size determination in maxillary lateral incisors. **Braz. Dent. J.**, v. 18, n. 2, p. 102-6, 2007.

ISOM, T. L.; MARSHALL, J. G.; BAUMGARTNER, J. C. Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. **J. Endod.**, v. 21, n. 7, p. 368-71, 1995.

KEREKES, K.; TRONSTAD, L. Morphometric observations on the root canals of human molars. **J. Endod.**, v. 3, n. 3, p. 114-8, 1977.

KUTTLER, S.; MCLEAN, A.; DORN, S.; FISCHZANG, A. The impact of post space preparation with Gates-Glidden drills on residual dentin thickness in distal roots of mandibular molars. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 135, n. 7, p. 903-9, 2004.

LIM, S. S.; STOCK, C. J. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique **Int. Endod. J.**, v. 20, n. 1, p. 33-9, 1987.

LOIZIDES, A. L., V. D. KAKAVETSOS, TZANETAKIS, G. N., KONTAKIOTIS, E. G. ELIADES, G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. **J. Endod.**, v. 33, n. 12, p. 1455-9, 2007.

LOPES, H. P.; ELIAS, C. N.; COSTA FILHO, A. S.; AGUIAR, T. R.S. Variação do diâmetro do furo em função do diâmetro da broca Gates-Glidden. **Rev. Paul. Odont.** v. 15, n. 2, p. 2-4, 1993.

LOPES, H. P.; ELIAS, C. N.; ESTRELA, C.; SIQUEIRA, J. F., JR. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius **Braz. Dent. J.**, v. 9, n. 1, p. 39-45, 1998.

MAHRAN, A. H.; ABOEL-FOTOUH, M. M. Comparison of effects of ProTaper, HeroShaper, and Gates Glidden Burs on cervical dentin thickness and root canal volume by using multislice computed tomography. **J Endod.**, v.4, n.1, p.1219-22, 2008.

MICKEL, A. K., CHOGLÉ, S., LIDDLE, J., HUFFAKER, K. AND JONES, J. J. (2007). The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. **J. Endod.**, v. 33, n. 1, p. 21-3, 2007.

NECCHI, S.; TASCHIERI, S.; PETRINI, L.; MIGLIAVACCA, F. Mechanical behavior of nickel-titanium rotary endodontic instruments in simulated clinical conditions: a computational study. **Int. Endod. J.**, v. 41, n. 8, p. 939-49, 2008.

NIELSEN, R. B.; ALYASSIN, A. M.; PETERS, D. D.; CARNES, D. L.; PAQUE, F., M. ZEHNDER, MARENDING, M. Apical fit of initial K-files in maxillary molars assessed by micro-computed tomography. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 4, p. 328-35, 2010.

PAQUÉ, F.; BARBAKOW, F.; PETERS, O. A. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 7, p. 456-464, 2005.

PASTERNAK-JUNIOR, B., SOUSA-NETO, M. D. AND SILVA, R. G. Canal transportation and centring ability of RaCe rotary instruments. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 6, p. 499-506, 2009.

PATEL, S. New dimensions in endodontic imaging: part 2. Cone beam computed tomography. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 6, p. 463-75, 2009.

PÉCORA, J. D.; ESTRELA, C.; SPANÓ, J. C. E.; GUERISOLI, D. M. Z.; CAPELLI, A. Influence of cervical preflaring on apical file 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.

PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J. Endod.**, v. 30, n. 8, p. 559-567, 2004.

PETERS, O. A.; 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, 2001a.

PETERS, O. A.; SCHONENBERGER, K.; LAIB, A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 3, p. 221-230, 2001b.

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.

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.

SANFELICE, C. M. D.; COSTA, F. B. D.; REIS SÓ , M. V.; VIER-PELISSER, F.; BIER, C. A. S.; GRECCA, F. S. Effects of Four Instruments on Coronal Pre-enlargement by Using Cone Beam Computed Tomography. **J Endod.**, v. 36, n. 5, p.858-61, 2010.

SAUÁIA, T. S.; GOMES, B. P.; PINHEIRO, E. T.; ZAIA, A. A.; FERRAZ, C. C.; SOUZA-FILHO, F. J.; VALDRIGHI, L. Thickness of dentine in mesial roots of mandibular molars with different lengths. **Int. Endod. J.**, v., 43, n. 7, p. 555-9, 2010.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent. Clin. North Am.**, v. 18, n. 2, p. 269-296, 1974.

SCHMITZ M. S., SANTOS, R., CAPELLI, A., JACOBOVITZ, M., SPANÓ, J. C. AND PÉCORA, J. D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in mandibular molars: SEM analysis. **Braz. Dent. J.**, v. 19, n. 3, p.,245-51, 2008.

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. 271-5, 1971.

SILVEIRA, L. F.; MARTOS, J.; PINTADO, L. S.; TEIXEIRA, R. A.; CESAR NETO, J. B. Early flaring and crown-down shaping influences the first file bind to the canal apical third. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 106, n. 2, p. 99- 101, 2008.

SILVEIRA, L. F.; SILVEIRA, C. F.; CASTRO, L. A.; CESAR NETO, J. B.; MARTOS, J. Crown-down preflaring in the determination of the first apical file **Braz. Oral Res.**, v. 24, n. 2, p. 153-7, 2010.

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.

TACHIBANA, H.; MATSUMOTO, K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 6, n. 1, p. 16-20, 1990.

TAN, B. T.; MESSER, H. H. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 9, p. 752-758, 2002.

TENNERT, C.; HERBERT, J.; ALTENBURGER, M. J.; WRBAS, K. T. The effect of cervical preflaring using rotaru nickel-titanium sustems on the accuracy of apical file size determination. **J. Endod.**, v. 36, n. 10, p. 1669-72, 2010.

THOMPSON, S. A.; DUMMER, P. M. H. Shaping ability of NT Engine and McXim rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. **Int. Endod. J.**, v. 30, n. 4, p. 262-269, 1997a.

THOMPSON, S. A.; DUMMER, P. M. H. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. **J. Endod.**, v. 23, n. 12, p. 742-747, 1997b.

VANNI, J.R.; SANTOS, R.; LIMONGI, O.; GUERISOLI, D. M.; CAPELLI, A.; PECORA, 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.

VAUDT, J.; BITTER, K.; NEUMANN, K.; KIELBASSA, AM. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel–titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 1, p. 22–33, 2009.

VERSIANI, M. A.; SOUSA, C. J. A.; BORGES, M. A. G.; SOUSA-NETO, M. D. Influence of shaft design on the shaping ability of 3 nickel-titanium rotary systems by means of spiral computerized tomography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 105, n. , p. 807-813, 2008.

VERTUCCI, F. J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 58, n. 5, p. 589-99, 1984.

VERTUCCI, F. J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. **Endod. Top.**, n. 10, p. 3–29, 2005.

WEIGER, R.; BARTHA, T.; KALWITZKI, M.; LOST, C. A clinical method to determine the optimal apical preparation size. Part 1 **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 102, n. 5, p. 686-91, 2006.

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

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.

WU, M. K.; VAN DER SLUIS, L. W.; WESSELINK, P. R. The risk of furcal perforation in mandibular molars using Gates-Glidden drills with anticurvature pressure. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 99, n. 3, p. 378-82, 2005.

YOUNG, G. R.; PARASHOS, P.; MESSER, H. H. The principles of techniques for cleaning root canals. **Aust. Dent. J.**, v. 52 (1 Suppl.), p. 52-63, 2007.

ZUCKERMAN, O.; KATZ, A.; PILO, R.; TAMSE, A.; FUSS, Z. Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 96, n. 3; p. 351-355, 2003.

Anexos

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Avenida do Café, s/nº - Telefone: (016) 3602-3963
14040-904 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fax: (016) 3633-0999

OF.CEP/325/FORP

Ribeirão Preto, 27 de agosto de 2009.

Senhor Professor,

Ref.: Processo nº 2009.1.839.58.2
CAAE nº 0066.0.138.000-09

A pedido da Profa. Dra. Cláudia Helena Lovato da Silva, Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa, desta Faculdade, informamos que o referido Comitê em sua 101ª Sessão, realizada em 20 de agosto de 2009, **aprovou o Projeto de Pesquisa**: "Desgaste promovido pelo alargamento cervical e sua influência na determinação do diâmetro anatômico apical de molares inferiores por meio de tomografia computadorizada e microscopia eletrônica de varredura".

Na oportunidade, lembramos da necessidade de entregar na Secretaria do Comitê, com o formulário preenchido pelo pesquisador responsável, o **Relatório Parcial** no dia **20 de agosto de 2010** e o **Relatório Final** no dia **20 de agosto de 2011**.

Atenciosamente,

Glaucê Della Rosa
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa

Ao Senhor
Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto
Departamento de Odontologia Restauradora – FORP/USP
GDR/Irm