



1290004229

TCE/UNICAMP
En25a
FOP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

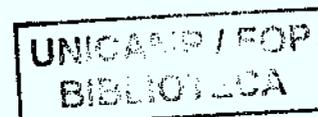


MARCOS SERGIO ENDO

***Análise morfológica do forame apical após o preparo endodôntico com
patência e ampliação foraminal, comparando instrumentos manuais e
rotatórios***

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Endodontia.

PIRACICABA
2009





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



MARCOS SERGIO ENDO

Análise morfológica do forame apical após o preparo endodôntico com patência e ampliação foraminal, comparando instrumentos manuais e rotatórios

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho

Co-orientadora: Profa. Dra. Adriana de Jesus Soares

PIRACICABA

2009

Unidade - FOP/UNICAMP

TCE/310.1001

En25a E1

Vol. Ex.

Título 4229

Proc. 16-148/2009

Preço R\$ 11,00

Data 21-10-2009

Registro 466080

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

Endo, Marcos Sergio.

En25a Análise morfológica do forame apical após o preparo endodôntico com patência e ampliação foraminal, comparando instrumentos manuais e rotatórios. / Marcos Sergio Endo. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009.

46f. : il.

Orientadores: Francisco José de Souza Filho, Adriana de Jesus Soares.

Monografia (Especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Canal radicular. I. Souza Filho, Francisco José de. II. Soares, Adriana de Jesus. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título. (mg/fop)

Dedico este trabalho à minha família e à
minha namorada, por ser a razão das
minhas realizações.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, cuja proteção me permitiu a realização deste trabalho.

Aos meus pais, **Mário** e **Emília**, pela oportunidade que me deram de estudar mesmo nos momentos mais difíceis de nossa vida. Representam a razão da minha vida e meu estímulo constante para a realização dos meus sonhos!

A toda família, e minha irmã **Marisa** pelo incentivo.

A família **Kitayama**, minha namorada **Vivian**, seus pais tio **Jorge** e tia **Helena** e seu irmão **Rodrigo** pela presença em minha vida, sempre proporcionando momentos muito especiais. Por todo amor, carinho e incentivo.

À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba**, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa de seu diretor, **Prof. Dr. Francisco Haíter Neto**, onde recebi todas as condições para realização deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior**, coordenador dos cursos de pós-graduação da FOP/UNICAMP, pela competência e instruções.

Ao **Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho** e **Adriana de Jesus Soares**, meus orientadores, pela oportunidade, pelos ensinamentos, e pelo exemplo de competência.

Aos professores de Endodontia da FOP/UNICAMP **Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia**, **Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes**, **Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz**, e **Prof. Dr. José Flávio Affonso de Almeida**.

Aos colegas do curso de Especialização da FOP/UNICAMP **Giselle**, **Fernanda**, **Flavia**, **Márcia**, **Juliana**, **Morgana**, **Ângela**, **Matheus**, **Maitê**, **Jéssica**, **Kathya** e **Carlos** pela convivência harmoniosa e produtiva durante todo o curso.

Aos colegas do laboratório de Endodontia da FOP/UNICAMP **Fernanda Lins**, **Giselle**, **Francisco**, **Thais Mageste**, **Fernanda Signoretti**, **Fernanda Tosello**, **Frederico**, **Rachel**, **Shaiana**, **Karine**, **Neila**, **Danna**, **Vanessa**, **Helena**, **Rogério**, **Thais Accorsi**, **Wanderson**, **Naelka** e **Ana Carolina** pelo carinho, atenção e ajuda.

Aos funcionários **Wanderly, Geovânia, Adailton, Ana, Daiane, Denize** pela amizade e auxílio.

Ao técnico de laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura da FOP/UNICAMP **Adriano** pelo auxílio e prontidão.

Aos amigos **Prof. Eduardo Kurihara, Profa. Nair Narumi Orita Pavan, Prof. Angelo José Pavan, Prof. Alfredo Franco Queiroz e Profa. Mitsue Fujimaki Hayacibara**, meus primeiros mestres do curso de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá/UEM, pelas suas orientações, apoio, amizade e pela condução dos primeiros projetos de pesquisa durante a graduação. Que acreditam e me incentivam sempre para a concretização dos meus sonhos.

Aos amigos **Ana Regina, Suzana, Regiane, Paula, Rita, Luciana e Ariane** pela amizade e confiança. Que torcem e incentivam na minha caminhada.

Enfim, a **todos** que, de forma direta ou indireta, participaram da minha vida neste período.

*"O otimismo é a fé que leva à realização.
Nada pode ser feito sem esperança ou
confiança"*

Helen Keller

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------|-----------|
| RESUMO | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 12 |
| 3 OBJETIVO | 23 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 24 |
| 5 RESULTADOS | 31 |
| 6 DISCUSSÃO | 35 |
| 7 CONCLUSÕES | 39 |
| REFERÊNCIAS | 40 |
| ANEXO 1 | 46 |

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a morfologia do forame apical, após a limpeza e modelagem dos canais radiculares, comparando a técnica manual e rotatória, ambas com patência e ampliação foraminal. Foram selecionados 20 pré-molares uniradiculares divididos em duas técnicas, manual ($n=10$) e rotatória ($n=10$). Inicialmente, as imagens dos forames foram obtidas através de microscopia eletrônica de varredura ($\times 50$, 15 kv). Ambos os grupos tiveram o terço cervical pré-alargado, pela técnica crown-down modificada pela FOP/UNICAMP. A partir de então realizou a patência, e foi registrado a lima anatômica inicial (LAI) e o comprimento real de trabalho. Durante o preparo apical, no grupo 1 empregou-se a técnica escalonada com recuo anatômico até o forame, e no grupo 2 o sistema rotatório Easy Endo[®], com a seqüência das limas Pro design[®], 1 mm além do ápice. No grupo 1 a lima final foi equivalente a quatro diâmetros acima a LAI. Enquanto no grupo 2 esse valor foi registrado utilizando limas manuais. Após o preparo, a região apical das amostras foi analisada em MEV, para verificar alterações na configuração do forame. Realizou-se a análise das imagens através do programa Image Manager (Leica IM50) e a mensuração das áreas dos forames. Os resultados mostraram que no grupo 1, a média das áreas foram de $0,069 \text{ mm}^2$ e $0,186 \text{ mm}^2$, antes e após, respectivamente. No grupo 2, observou-se valores inicial e final de $0,061 \text{ mm}^2$ e $0,17 \text{ mm}^2$, respectivamente. Em ambos os grupos houve diferença estatística antes e após o preparo do forame apical pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,05$). Ao aplicar o teste t-Student independente ($p < 0,05$) verificou-se que não houve diferença estatística significativa ao se comparar os resultados pós-instrumentação dos grupos 1 e 2. A maioria dos casos apresentou um alargamento do forame regular, entretanto houve alterações na morfologia do forame apical comparando a instrumentação manual e rotatória.

Palavras-Chave: ápice dentário, preparo de canal radicular, endodontia.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the morphology of the apical foramen, after cleaning and shaping root canals, comparing manual and rotary techniques, both with patency and foramen enlargement. We selected 20 single rooted premolars that were divided in two groups: manual ($n = 10$) and rotary ($n = 10$). Initially, the images of foramen were obtained by scanning electron microscopy (x50, 15 kv). Both groups had the cervical third pre-enlarged by the crown-down technique modified by the FOP/UNICAMP. Then, the anatomical initial file (AIF) and real work length were registered. For the apical preparation in group 1, it was employed anatomical step back technique to the limit of the apical foramen. Group 2 samples were overinstrumented 1 mm beyond the foramen with the sequence of Pro design[®] (Endo Easy[®], System). In group 1 the final file was equivalent to four files above the AIF. In group 2, this value was recorded using manual files. After the preparation, the apical area of the samples was analyzed in SEM, in order to assess alterations in foramen configuration. The images were visualized in the software Image Manager (Leica IM50) in order to measure the areas of the foramen. Results shown that in group 1, the average of the areas were 0,069 mm² and 0,186 mm² before and after instrumentation respectively. Group 2 samples showed an area of 0,061 mm² and 0,17 mm² before and after instrumentation respectively. For both groups, there was statistical difference in foramen area before and after preparation (Wilcoxon test, $p < 0,05$). However, no statistical difference was observed when comparing the results of post-instrumentation in groups 1 and 2 (Independent t-Student test, $p < 0,05$). The image analysis demonstrated that foramen was frequently widened. There were also changes in the morphology of the apical foramen comparing manual and rotary instrumentation techniques.

Keys Words: tooth apex, root canal preparation, endodontics.

1 INTRODUÇÃO

O preparo do canal radicular é uma das fases essenciais para o sucesso do tratamento endodôntico (Schilder, 1974; Yu & Schilder, 2001; Lopes & Siqueira Jr., 2004). Esse preparo, químico-mecânico, tem por objetivo promover a limpeza e a modelagem dos terços coronário, médio e apical; por meio do emprego de instrumentos endodônticos, de substâncias químicas auxiliares e da irrigação-aspiração (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

O terço apical representa a região mais difícil e importante (Spangberg, 2001) de se realizar uma adequada limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares, devido a sua ampla complexidade anatômica (Yu & Schilder, 2001). Um dos objetivos desse preparo é eliminar bactérias do canal radicular e criar um ambiente favorável para reparação (Mickel *et al.*, 2007). Shuping *et al.* (2000) relataram que debrís devem ser removidos para que concomitantemente se elimine essas bactérias.

De fato, a técnica crown-down, através de um pré-alargamento do terço coronário, facilita a passagem dos instrumentos endodônticos em direção ao ápice, estabelecendo o comprimento de trabalho e a patência apical (Flanders, 2002). Alguns autores (Contreras *et al.*, 2001; Tan & Messer, 2002a; Tan & Messer, 2002b) relataram que um pré-alargamento antes de determinar o diâmetro apical, oferecia maior exatidão para estabelecer o calibre nessa região. Além disso, Pécora *et al.* (2005) relataram que o pré-alargamento representou um papel fundamental para determinar o diâmetro anatômico no comprimento de trabalho.

Segundo Buchanan (1993), manter o forame apical patente previne o acúmulo de debrís pulpare e dentinários que podem causar bloqueios, desvios, transportes e perfurações. Além disso, auxilia a penetração das substâncias irrigadoras no terço apical e permite uma obturação tridimensional (Buchanan 1999; Flanders, 2002).

Visto que, o diâmetro apical dos canais radiculares apresenta uma grande variação em todos os grupos dentais (Wu *et al.*, 2000), não há uma recomendação padronizada sobre o alargamento apical. Historicamente, Grossman (1970)

recomendava para remover a lama dentinária infectada das paredes do terço apical, alargar três diâmetros sucessivos e superiores em relação a primeira lima ajustada, com o mesmo comprimento de trabalho. Entretanto, esse conceito de ampliação apical, não apresentou um resultado satisfatório para todos os casos (Wu *et al.*, 2002).

Os preparos apicais com diâmetros mais calibrosos demonstraram uma melhor reparação e redução microbiana (Siqueira Jr. *et al.*, 1997; Dalton *et al.*, 1998; Card *et al.*, 2002; Rollison *et al.*, 2002; Usman *et al.*, 2004), entretanto ainda não há um consenso, de uma técnica que, resulte na completa limpeza desse terço (Wu & Wesselink, 1995; Tan & Messer, 2002a). Dalton *et al.* (1998) observaram que a instrumentação manual com limas de aço inoxidável e rotatória não apresentaram diferenças significativas, ou seja, ambas obtiveram uma redução bacteriana expressiva. Além disso, o diâmetro do forame apical, assim como o nível da obturação dos canais radiculares, são aspectos importantes a serem considerados para avaliação do crescimento de tecido conjuntivo intracanal e da reparação periapical pós-tratamento endodôntico (Benatti *et al.*, 1985; Souza Filho *et al.*, 1987).

As técnicas rotatórias sempre foram um anseio dos profissionais ligados à endodontia. A viabilização das técnicas mecânicas ocorreu com o emprego da liga de níquel-titânio (NiTi) para confecção dos instrumentos endodônticos (Heck, 2005).

Trabalhos referentes à efetividade do tipo de instrumentação são vastos na literatura, apesar disso, pouco se sabe sobre a morfologia do forame apical após técnicas utilizando a ampliação foraminal. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a morfologia do forame apical, após a limpeza e modelagem dos canais radiculares, comparando a técnica manual e rotatória, ambas com patência e ampliação foraminal.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Anatomia da zona crítica apical

Anatomicamente, a “zona crítica apical”, compreende o canal radicular apical, o forame apical e as ramificações próprias (deltas ou foraminas apicais e canais acessório e secundário) situados no interior dos 3-4 mm do ápice radicular. Essa região está em íntima relação com os tecidos e elementos estruturais periapicais (De Deus, 1992). Os irritantes presentes no interior do sistema de canais radiculares têm acesso aos tecidos periradiculares, principalmente por estas vias. Assim, um adequado preparo químico-mecânico e um posterior selamento desta região podem ser considerados como cruciais, para o sucesso do tratamento endodôntico (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

A região cementodentinária apical, em situações normais, é afunilada, onde a polpa termina e os tecidos periapicais se iniciam. Os limites não são precisos e, funcional e histologicamente, o ligamento periodontal é inseparável do tecido pulpar apical (De Deus, 1992). Dummer *et al.* (1984) observaram em pré-molares, a distância do ápice à constricção apical, representando uma média de 0,95 mm nos superiores e 0,99 mm nos inferiores. Dessa forma, o limite cimento-dentina-canal (CDC), não apresentou um sítio estável, apresentaram inúmeras formas anatômicas e sua posição em relação ao ápice dentário foi variável, peculiar a cada canal.

Por muitos anos o clínico tem procurado seguir normas na procura da constricção apical, como guia e local onde se deve terminar o preparo dos canais radiculares. A presença de uma constricção apical é imprevisível e, de certo modo, esta característica anatômica deveria ser considerada como um mito. Foi proposto que a junção cementodentinária (JCD) forma a constricção apical. De fato, a junção é de difícil determinação clínica precisa, e a extensão intracanal do cimento é variável. Se uma constricção apical estiver presente, ela não é visível em uma radiografia e geralmente não perceptível ao tato, até mesmo pelo profissional mais capacitado (Walton & Torabinejad, 1997).

O forame é a circunferência ou borda arredondada que separa o término do canal da superfície exterior da raiz (Kuttler, 1955), caracterizado como a principal

abertura apical do canal radicular através do qual os tecidos da polpa e do ligamento periodontal se comunicam e onde penetram vasos e nervos que vão suprir a polpa dental (De Deus, 1992). Kuttler (1955), em seu trabalho intitulado investigação microscópica dos ápices radiculares, utilizou 268 dentes humanos extraídos, dentre várias conclusões, o autor definiu uma distância média da JCD até o forame apical de 524 μm (18 a 25 anos) e 659 μm (acima de 55 anos).

Geralmente o forame apical não emerge no ápice radicular verdadeiro (anatômico). O grau de desvio pode variar, especialmente em dentes mais velhos que tenham sido submetidos à aposição de cimento. Segundo Morfis *et al.* (1994) os valores médios da distância do centro do forame apical principal ao ápice anatômico não excederam 1 mm; foram observados nos pré-molares inferiores (610 μm) e nos pré-molares superiores (816 μm). Enquanto no trabalho de Dummer *et al.* (1984), a distância do ápice ao forame, nos pré-molares, corresponderam a 0,44 mm (inferiores) e 0,42 mm (superiores). Em relação às médias dos diâmetros dos forames apicais principais, variaram de 210 μm (pré-molares superiores) e 368,25 μm (pré-molares inferiores) (Morfis *et al.*, 1994).

2.2 Limite apical de trabalho

A localização do forame apical varia (Burch & Hulen, 1972; Dummer *et al.*, 1984; Morfis *et al.*, 1994), geralmente esta região não pode ser determinada utilizando-se somente uma radiografia de diagnóstico (Olson *et al.*, 1991). Essa determinação deve ser estimada em medidas médias de distância desde o forame apical até o ápice verdadeiro e mais precisamente utilizando-se os localizadores apicais (Felippe & Soares, 1994; Williams *et al.*, 2006).

Palmer *et al.* (1971) utilizaram 40 dentes extraídos, cuja porção apical foi recoberta com algodão. As limas foram inseridas no canal até encontrar resistência e fixadas até a posição apical indicada na radiografia; removidas as peças de algodão, realizou-se as fotografias. Os autores encontraram 20 casos em que a lima ultrapassou 1 mm; e em alguns casos a lima ultrapassou 2,5 mm. Assim, demonstrou-se a imprecisão da imagem radiográfica.

A superioridade na qualidade da odontometria eletrônica em relação à radiográfica foi comprovada. A odontometria radiográfica é guiada pelo ápice radicular, não pela constrição apical e/ou o forame apical. Isso pode acarretar discrepâncias com relação à determinação do ponto ideal do limite de trabalho durante a terapia endodôntica (Santos, 2005).

O limite apical de trabalho tem sido um dos temas mais importantes e controversos na Endodontia. Muitos acreditam que o tratamento endodôntico deva ser realizado no canal dentinário (1-2 mm aquém do ápice radiográfico), preservar o coto pulpar nos casos de polpa viva, evitando danos nos tecidos apicais e periapicais (Ricucci, 1998; Holland *et al.*, 2005). Entretanto, de acordo com Cohen & Burns (1994), sabe-se que esse espaço inatingido possui espaço físico suficiente para abrigar uma quantidade significativa de microrganismos. Além disso, alguns trabalhos mostraram que o terço apical de canais com lesão periapical está maciçamente infectado, inclusive o canal cementário, com predomínio de bactérias anaeróbias (Baumgartner & Falkler, 1991).

A determinação do comprimento de trabalho se faz quando o instrumento atinge o forame apical através da passagem do mesmo pela constrição da dentina, supostamente no limite CDC, até atingir as proximidades do vértice radicular, no forame apical. O método eletrônico, utilizando os localizadores apicais possibilitou a determinação do comprimento de trabalho e a localização do forame (Felippe & Soares, 1994; Santos, 2005; Williams *et al.*, 2006).

2.3 Pré-alargamento do terço cervical e determinação do diâmetro anatômico inicial da região apical

Após determinar o comprimento de trabalho (odontometria), para o preparo do canal radicular é importante estabelecer o diâmetro inicial do forame para que se possa previamente conhecer, qual será o diâmetro final, após a modelagem e limpeza desta área. Este diâmetro anatômico inicial é determinado quando a passagem (patência) do primeiro instrumento encontra alguma resistência, prendendo-se às paredes dentinárias, antes de vencer a área de constrição e alcançar o forame apical. Assim, esse instrumento é escolhido para iniciar o alargamento do terço apical (Contreras *et al.*, 2001; Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Pécora *et al.* (1992) ressaltavam a importância do conhecimento da anatomia interna dos canais radiculares para o incremento do sucesso do tratamento endodôntico, e chamava a atenção para melhor detecção do diâmetro anatômico da região apical, uma vez que esse procedimento tende a promover o adequado alargamento do terço apical, assegurando a eliminação de bactérias nessa região. O método tradicional de determinação do diâmetro anatômico da porção apical, por meio da sensibilidade tátil, tem subestimado, de modo significativo, o real diâmetro desta região. Entretanto, esse fato foi considerado por Wu *et al.* (2002) um método falho e empírico para realização desta etapa do preparo biomecânico.

As formações contínuas e progressivas de dentina no soalho da câmara pulpar diminuem o diâmetro do canal radicular, principalmente no seu terço cervical (Philippas, 1961). Com isso, erros na avaliação do real diâmetro do canal podem ocorrer tornando equivocada a escolha da lima anatômica inicial (LAI), primeiro instrumento, que iniciará a fase de preparo apical, uma vez que a sensação de "travamento" desse instrumento pode estar sendo atribuída à entrada do canal e não ao seu diâmetro no comprimento de trabalho (Tan & Messer, 2002b). Recentemente, Tan & Messer (2002b) sugeriram que seria mais correto determinar o tamanho de cada canal individualmente e, posteriormente, estabeleceria o instrumento mais adequado para promover a limpeza e modelagem da região apical.

Algumas pesquisas têm relacionado melhores resultados na determinação do real diâmetro anatômico ao alargamento prévio do terço cervical do canal radicular, uma vez que a embocadura do canal representa a área onde ocorre a maior aposição de dentina tornando essa porção mais estreita. A eliminação de interferências nessa região possibilitou a determinação, com maior fidelidade, do instrumento apical inicial (Stabholz *et al.*, 1995; Contreras *et al.*, 2001; Tan & Messer, 2002b). O alargamento do terço cervical fornece acesso mais retilíneo do instrumento até o terço apical, reduzindo as possibilidades de acidentes durante as manobras do preparo biomecânico, tais como: degraus, transportes apicais, perfurações e fraturas dos instrumentos. Esta etapa operatória auxilia, fundamentalmente, a detecção da LAI e a modelagem nos casos de dentes com canais radiculares de anatomia complexa.

Stabholz *et al.* (1995) mostraram que a determinação da constrição apical através da sensação tátil foi possível em 75% dos casos após o canal radicular ser pré-alargado e 32,3% nos casos em que não se realizou o pré-alargamento. Dessa forma, o pré-alargamento na porção coronária resultou em maior precisão no estabelecimento do comprimento de trabalho, mostrando que essa constrição coronária influenciou na determinação tátil da região apical.

Contreras *et al.* (2001) comprovaram que o alargamento coronário inicial resultou em um significativo aumento da lima anatômica inicial ajustada no ápice. Leeb (1983) demonstrou que irregularidades nas paredes e/ou curvaturas da raiz no terço cervical e médio implicaram uma pressão contra a lima e interferiram na determinação tátil do ápice.

2.4 Patência apical e limpeza do forame apical

Algumas técnicas de preparo dos canais radiculares recomendam uma instrumentação inicial até o ápice radiográfico, tornando o forame patente, principalmente nos casos de dentes despulpados. Buchanan (1993) afirmou que o conceito de patência, passagem de limas através do término do canal radicular é controverso. Aqueles clínicos que são relutantes em movimentar passivamente os instrumentos flexíveis, finos e estéreis, através da área constrictiva apical usualmente expressam um receio de que explorando o outro lado da abertura do forame apical irá causar extrusão de detritos apicais, inflamação periapical e dor pós-operatória severa. Entretanto, Vande Visse & Brilliant (1975) observaram que todas as técnicas de instrumentação resultaram algum grau de extrusão de detritos apicais, e a limpeza do forame não promoveu sintomatologia dolorosa na grande maioria dos canais analisados (Souza, 2000).

De acordo com De Deus (1992) e Flanders (2002), a patência permite a atuação das substâncias irrigadoras sobre as bactérias que subsistam no meio, inclusive nas ramificações apicais. Em dentes necrosados, com infecção apical, as bactérias podem se alojar nas foraminas apicais. Como já visto, na intimidade da dentina apical situam-se duas importantes ramificações, o canal acessório e o secundário, que conecta o canal principal ao ligamento periodontal apical, sendo vias potenciais de contaminação por microrganismos e armazenamento de outros

fatores de irritação provindos do canal principal. Podem assumir importância clínica quanto ao resultado do tratamento endodôntico diante de canais inadequadamente preparados apicalmente pela falha na instrumentação, limpeza e presença de transportação e diante de obstruções curtas, deixando livres aquelas e outras vias naturais de comunicação próprias da região.

A limpeza do forame apical é realizada por um instrumento que percorre toda a extensão do canal radicular, desde um ponto de referência coronária até a abertura foraminal localizada na superfície externa da raiz. Esta medida é denominada comprimento patente do canal. A necessidade de se atingir o forame apical, limpá-lo e mantê-lo desobstruído, durante todo o preparo químico-mecânico, é justificada por motivos biológicos e mecânicos, tanto no tratamento de dentes polpados quanto no de dentes despolpados (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Sabe-se que, quanto mais um instrumento se aproxima do término apical do canal, os riscos de acidentes, como bloqueios, degraus e desvios, são mínimos ou até mesmo nulos (De Deus, 1992; Lopes & Siqueira Jr., 2004). Em se tratando, do ponto de vista biológico, a limpeza do canal, em toda a sua extensão, assumiu grande importância no processo de reparo da região perirradicular, após o tratamento endodôntico (Benatti *et al.*, 1985; Souza Filho *et al.*, 1987; Souza Filho *et al.*, 1996).

Benatti *et al.* (1985) realizaram um estudo histopatológico em dentes polpados de cães para verificar os efeitos da ampliação do terço apical (forame) do canal com limas #40, 60 e 80, através da sobreinstrumentação, na reparação pós-tratamento endodôntico. Entre suas conclusões, os autores verificaram que excluída a reação inflamatória, resultante da ação traumática da sobreinstrumentação, verificada na primeira semana pós-tratamento, o crescimento de tecido conjuntivo (formado à custa do ligamento periodontal) mostrou-se livre de inflamação, experimentando, com o passar do tempo, um progressivo processo de maturação, caracterizado pela redução da celularidade, maior densidade de fibrosamento e paredes vasculares mais diferenciadas.

As técnicas de "limpeza apical" (Parris *et al.*, 1994) e "patência apical" (Buchanan, 1993; Goldberg & Massone, 2002), foram recomendadas na tentativa de

realizar o debridamento do terço apical do canal. Após a determinação do comprimento de trabalho através do localizador apical, uma lima #10 ou 15, com 0,5-1,0 mm além do forame apical assegura um forame apical contínuo (patente), e quando realizado repetidamente, previne o acúmulo de debris pulpaes e dentinários, que pode causar bloqueios, desvios e perfurações (Flanders, 2002; Souza, 2006).

Souza (2006) relatou que alguns autores sugeriram que a patência apical deveria ser realizada com um instrumento que se ajustasse no forame. Se o forame tiver um diâmetro de 0,20 mm, utilizaria uma lima #20, movimentando passivamente através do mesmo sem avançar além do término do canal radicular. Entretanto utilizar uma lima de menor diâmetro ofereceria menor risco de extrusão de debris. Dessa forma, seria preferível realizar a patência utilizando um instrumento menor, e para a limpeza do forame empregaria uma lima que se ajustasse nas suas paredes.

Dentre as áreas de pesquisa na Endodontia, aquela que provavelmente tem originado grandes discussões compreende a viabilidade de alargar a porção crítica apical dos canais radiculares, com o objetivo de eliminar as bactérias nessa região e, conseqüentemente, o sucesso da terapia endodôntica. A limpeza eficiente do terço apical dos canais radiculares é obtida por meio da correta determinação do comprimento de trabalho e do alargamento da porção apical (Wu *et al.*, 2002).

Em 1990, Sjögren *et al.*, relataram que no terço apical pode se alojar uma quantidade crítica de microrganismos e manter uma inflamação perirradicular. Um dos objetivos do preparo endodôntico é eliminar as bactérias do sistema de canais radiculares, e criar um ambiente favorável para a reparação dos tecidos perirradiculares (Mickel *et al.*, 2007). Khademi *et al.* (2006) concluíram que o instrumento #30, foi o calibre mínimo para auxiliar na penetração de irrigantes no terço apical. Ampliações apicais maiores mostraram melhores reduções microbianas do terço apical (Siqueira Jr. *et al.*, 1997; Dalton *et al.*, 1998; Card *et al.*, 2002; Rollison *et al.*, 2002; Usman *et al.*, 2004). Entretanto, nenhuma técnica demonstrou uma completa limpeza dessa região (Wu & Wesselink, 1995; Weiger *et al.*, 2002; Tan & Messer, 2002a).

O conceito estabelecido, de alargar os canais com três instrumentos acima do instrumento determinado como inicial, foi considerado insuficiente para limpeza da região apical (Wu *et al.*, 2002). Além disso, para se tornar possível o processo de ação mecânica dos instrumentos, é indispensável que essa atuação se dê em todas as paredes do canal radicular (Tan & Messer, 2002a).

2.5 Instrumentação manual e rotatória

O sucesso do tratamento endodôntico depende da total eliminação do tecido pulpar, dos restos necróticos, de microrganismos e da adequada conformação do canal radicular. Em um trabalho que se tornou clássico na literatura endodôntica, Schilder (1974) preconizou a técnica de instrumentação dos canais radiculares que originava forma cônica afunilada ao canal. A técnica recebeu o nome de “cleaning and shaping”, que demonstrou a importância tanto da limpeza como da modelagem dos canais radiculares. A principal característica dessa técnica constituía na maior dilatação do terço cervical, afunilando-se gradativamente no sentido apical até atingir o comprimento real de trabalho, atribuindo forma acentuadamente cônica ao canal no sentido coroa/ápice. Com essa técnica, alcançava-se maior facilidade de limpeza através das soluções irrigadoras, conseguindo-se durante a obturação do canal, melhor adaptação do cone de guta-percha e maior facilidade para introduzir o cimento obturador em toda área do canal radicular.

Mullaney & Petrick (1968) e Clem (1969) introduziram a técnica escalonada de recuo progressivo, que visava um preparo cônico e respeitava a delicada anatomia apical por ampliar menos este terço do canal. Conseqüentemente, os riscos de deformações e acidentes foram reduzidos.

Abou-Rass *et al.* (1980) conceituaram o desgaste anti-curvatura, cujo objetivo era direcionar os instrumentos para as áreas de maior espessura dentinária, fugindo, assim, do que chamou de áreas de risco, nas raízes dos molares curvos e atresiados, principalmente.

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

Glidden, para auxiliar no preparo dos terços médio e cervical, permitindo acesso livre e direto dos instrumentos ao terço apical, sem interferências dentinárias cervicais. Morgan & Montgomery (1984) avaliaram a técnica crown-down sem pressão apical, proposta por Marshall & Pappin. Foram utilizados 40 dentes unirradiculares, os dentes do grupo 1 (20) foram instrumentados pela técnica crown-down sem pressão apical e os do grupo 2 (20) pela técnica step-back. A análise estatística evidenciou diferença significativa na avaliação final. A técnica crown-down recebeu significativamente mais conceito excelente, enquanto a técnica stepback foi mais insatisfatória. O preparo do canal radicular no sentido coroa-ápice objetiva um ato operatório mais fácil e, ao mesmo tempo, mais seguro principalmente em casos de dentes com necrose, por possibilitar a realização da penetração desinfetante com menor risco de extrusão de restos necróticos.

Goerig *et al.* (1982) desenvolveram a técnica de instrumentação cérvico-apical para canais curvos de molares denominada step-down. Os autores preconizaram o hibridismo das técnicas step-down e step-back, dividindo o preparo em duas etapas: terços cervical/médio e apical. Iniciavam o preparo do canal radicular pelo alargamento da região cervical, utilizando limas Hedströen e brocas Gates-Glidden. Essa eliminação das interferências dentinárias, permitia acesso direto ao terço apical, favorecendo a instrumentação dessa região do canal radicular. A partir de então, o preparo dos canais radiculares com a hibridização de técnicas de instrumentação recebeu inúmeras descrições, aliando sempre instrumentos manuais e rotatórios.

Com o intuito de facilitar e aperfeiçoar o preparo e a limpeza do canal radicular surgiram no mercado novas ligas e desenhos dos instrumentos, propiciando uma instrumentação mais regular, com menor desvio do trajeto original do canal e menos estresse para o operador, com conseqüente redução do tempo clínico. Relatos têm mostrado que as ligas de NiTi possuem duas a três vezes mais flexibilidade em relação as limas de aço inoxidável e possuem maior resistência a torção (Walía *et al.*, 1988).

Em 1988, Walía *et al.* introduziram a liga de níquel-titânio, na fabricação de instrumentos endodônticos, materializando o sonho da instrumentação mecanizada. O uso durante o preparo dos canais radiculares de instrumentos de

NiTi, acionados a motor (rotatório), possibilitam a realização da instrumentação em menor tempo, com a remoção mais eficiente de debris e redução da ocorrência de erros como, degraus, perfurações, transportes apicais e zips (Hülsmann *et al.*, 2003).

Thompson & Dummer (1997) observaram que a forma do canal radicular foi mantida com a utilização de instrumentos rotatórios de níquel-titânio e ainda, a fase de instrumentação tornou-se mais rápida em relação à instrumentação manual.

Chen & Messer (2002) relataram que a instrumentação rotatória com níquel-titânio produziu um canal melhor modelado e com menor número de erros quando comparada à instrumentação manual com limas de aço inoxidável.

O sistema Easy Endo Slim[®] possui uma concepção moderna, tanto no design dos instrumentos (multitaper) como na utilização de motores de última geração e com controle de torque por meio de dispositivos eletrônicos controlados por microprocessadores. O conjunto de instrumentos (Pro design[®]) utiliza vários desenhos em sua seqüência de limas. Apresenta, ainda, conicidades variadas e identificação de cores pelo sistema ISO. Cada design tem uma indicação própria para a região do canal a ser preparada. Por exemplo: para o preparo do terço apical as limas têm um desenho pentagonal que lhes confere flexibilidade e resistência a torção, característica diretamente proporcional à área de massa metálica do instrumento, porém, com menor capacidade de corte. Ressalte-se que a massa interna de uma lima pentagonal é cerca de 28% maior que a massa de uma lima quadrangular de mesmo diâmetro. A prioridade no terço apical é a segurança. Para atingi-la, as limas que trabalham até ele apresentam desenho pentagonal e quadrangular. O preparo realizado de forma segmentada diminui a área de contato do instrumento com a parede do canal cortando-o em pequenas porções com pouca energia perdida e maior segurança. Sendo o torque proporcional ao diâmetro do instrumento na região onde ele está exercendo o trabalho de corte, quanto menor for a área de atrito entre a lima e a parede do canal, melhor será o efeito do seu controle (Bassi, 2002).

A maior flexibilidade na ponta do instrumento (zona de perigo) foi conseguida pela diminuição do diâmetro. A partir da confecção da matriz apical com o diâmetro 25, não se dilata mais o terço apical; portanto, as limas de acabamento,

para dar ao canal um preparo cônico, trabalham sem que sua ponta toque nas paredes, servindo apenas de guia para as porções mais grossas da lima (Heck, 2005).

A manutenção do caminho original do canal caracteriza-se um desafio, durante a instrumentação em canais curvos e constrictos. Esposito & Cunningham (1995) observaram que o preparo manual e rotatório com limas de NiTi manteve a trajetória original do canal em todos os casos, de raízes com curvaturas entre 20° a 40°. Enquanto, com o uso das limas de aço inoxidável, observaram desvios da trajetória do conduto ao se aumentar o calibre das limas. Assim, concluíram que os instrumentos de NiTi ao se comparar com os de aço inoxidável, permitiram preparos apicais maiores em canais radiculares curvos e preparos mais centralizados e cônicos.

Vários estudos têm investigado preparos através de sistemas rotatórios e mostraram que os instrumentos rotatórios de NiTi mantiveram a trajetória original dos canais mesmo em canais curvos (Glossen *et al.*, 1995; Bryant *et al.*, 1998; Jardine & Gulabivala, 2000; Park, 2001; Versümer *et al.*, 2002; Hülsmann *et al.*, 2003). Short *et al.* (1997) e Portenier *et al.* (1998) relataram que após o preparo manual ou rotatório, utilizando instrumentos de NiTi, apresentaram menor transposição do canal. Além disso, instrumentos de NiTi, independente do design da ponta, mostraram preparos mais centralizados e menor transporte apical em relação as limas de aço inoxidável (Kuhn *et al.*, 1997).

Supostamente as limas de níquel-titânio possuem uma flexibilidade aumentada e suportam mais cargas sem deformação plástica do que as limas de aço inoxidável convencionais. Entretanto poucas pesquisas estão atualmente disponíveis, principalmente em relação à morfologia final do forame apical após a instrumentação rotatória.

3 OBJETIVO

Verificar a morfologia e a área do forame apical, após a limpeza e modelagem dos canais radiculares, comparando a técnica manual e rotatória, ambas com patência e ampliação foraminal.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (Protocolo nº 114/2008) (Anexo 1) da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

4.1 Seleção dos dentes

Foram selecionados, por exame visual, 20 pré-molares uniradiculares humanos, extraídos por razões diversas, coletados a partir de doação de cirurgião dentista da cidade de Maringá-PR, com formação radicular completa, raízes com comprimento radicular e grau de curvatura (0-10°) semelhantes. Dentes com complicações anatômicas, reabsorção radicular externa ou curvatura moderada e severa foram excluídos deste estudo.

4.2 Distribuição dos grupos

Os 20 pré-molares uniradiculares foram divididos em dois grupos, relativos a duas técnicas de preparo, manual ($n=10$) e rotatória ($n=10$). Inicialmente, ambos os grupos tiveram o terço cervical pré-alargado, pela técnica cérvico-apical (crown-down) modificada pela FOP/UNICAMP. Durante o preparo apical, no grupo 1 empregou-se a técnica escalonada com recuo anatômico realizada manualmente, e no grupo 2 preparo segmentado, utilizando o sistema rotatório Easy Endo[®], com a seqüência de seis limas de NiTi (Pro design[®]).

4.3 Preparação pré-operatória dos dentes e captura das imagens pré-instrumentação

Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP).

Com auxílio de um disco de carborundum acionado em motor elétrico, baixa rotação, os dentes ($n=20$) que estavam armazenados em solução de Timol 0,2% foram seccionados transversalmente, na junção cimento-esmalte.

Inicialmente, todos os dentes passaram por avaliação em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para isso, os espécimes foram fixados, em solução

de Karnovski modificada (glutaraldeído a 2,5%, paraformaldeído a 4%, cacodilato de sódio 0,1M, pH 7,2-7,4) durante 5 dias. A solução, recém preparada, foi armazenada sob refrigeração.

Após a fixação, os espécimes foram desidratados em soluções de concentração crescente de álcool (30%, 50%, 70%, 90% e 100%), sendo realizadas imersões sucessivas de 10 minutos em cada uma das soluções.

Em seguida os dentes foram lavados em água destilada e secos em estufa a 38°C por 24 horas. Com os ápices voltados para cima, as bases seccionadas dos espécimes foram fixadas com fitas adesivas de dupla face de carbono nos suportes metálicos padronizados ("stubs") (Figura 1) de latão de diâmetro de 30 mm. Posteriormente realizou-se a metalização (Desk II – Denton Vacuum – Buffalo, New Jersey, USA) (Figura 2) das raízes em uma câmara a vácuo, e um período de "sputtering" (banho de ouro) de 120 segundos.

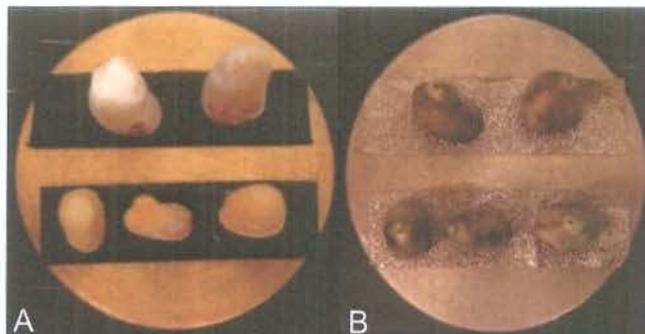


Figura 1 – Stubs com suas amostras antes (A) e após (B) a metalização.



Figura 2 – Metalizador (Desk II – Denton Vacuum – Buffalo, New Jersey, USA).

O microscópio eletrônico de varredura (JEOL – Modelo JSM 5600LV – Tokyo, Japão) (Figura 3) foi utilizado para produzir as imagens observadas neste estudo. Foram realizadas ampliações de x35, x50 e x100 (15kv) para avaliação da morfologia do forame apical, sendo uma imagem única e perpendicular de toda a extensão dessa estrutura anatômica.

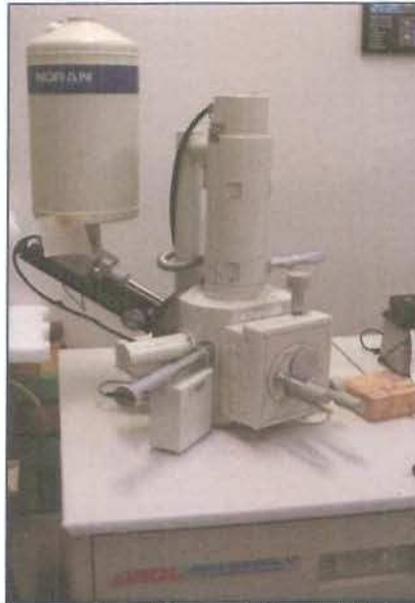


Figura 3 – Microscópio eletrônico de varredura (JEOL – Modelo JSM 5600LV – Tokyo, Japão).

4.4 Protocolo experimental

4.4.1 Preparo químico-mecânico dos canais radiculares

Após captura das imagens dos forames apicais, as raízes foram presas em um suporte metálico (Figura 4). Com a raiz seccionada na junção cimento-esmalte, realizou-se a localização do canal com auxílio de uma sonda endodôntica.

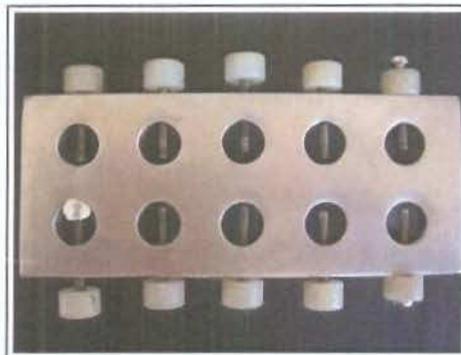


Figura 4 – Suporte metálico.

A substância química auxiliar utilizada foi semelhante para os dois grupos; sendo 0,5 ml de Clorexidina gel a 2% (Endogel[®] - Essencial Pharma, Itapetininga, Brasil) para cada troca de instrumento, seguida de irrigação com 10 ml de soro fisiológico.

Após a localização da embocadura do canal radicular realizou-se a negociação do mesmo. Cada canal radicular foi explorado com auxílio de uma lima tipo K #10 (Hi-Five[®]), em toda a sua extensão, baseado no comprimento da raiz, até alcançar o forame apical.

A técnica de instrumentação realizada nesse estudo foi dividida em duas fases, para ambos os grupos:

- 1) Preparo da primeira fase, através do pré-alargamento do terço cervical e médio.
- 2) Preparo da segunda fase, com canal patente realizou-se a ampliação apical e foraminal.

4.4.2 Primeira fase: Pré-alargamento do terço cervical e médio.

A primeira fase consistiu no acesso e na ampliação dos aproximadamente 2/3 coronários do canal com instrumentos rotatórios em avanço progressivo, no aparelho Easy Endo Slim[®], terceira geração, em ambos os grupos experimentais. Segue a seqüência abaixo:

1. Broca Largo nº 2 (Dentsply Maillefer[®], Ballaigues, Suíça) na embocadura dos canais radiculares, com velocidade de 750 rpm, para remoção das projeções dentinárias.
2. Hero 20.06 de 21 mm com velocidade de 350 rpm, em movimento de entrada, até sentir uma pequena resistência à penetração, e retirada. Esses movimentos foram repetidos até atingir aproximadamente 4 mm aquém do comprimento radicular.
3. Brocas de Gates-Glidden (Dentsply Maillefer[®], Ballaigues, Suíça), com velocidade de 750 rpm, trabalhando em avanço progressivo programado de 1,0 mm, iniciando-se com a nº 5, passando pela nº 4 e 3, e terminando com a nº 2, também até aproximadamente 4,0 mm aquém do comprimento radicular.

Com um instrumento manual de diâmetro anatômico compatível, realizou-se a patência da constrição apical, geralmente uma lima K #15 (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Suíça) até visualização direta da ponta da mesma no forame apical. Para confirmação da patência foraminal teve o auxílio de uma lupa. A partir de então registrou-se a lima anatômica inicial (LAI) e o comprimento real de trabalho (CRT). Foram utilizadas quatro caixas novas de limas K (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Suíça), sendo duas #15-40 e duas #45-80, utilizando a cada cinco canais um grupo da 1ª e 2ª série.

4.4.3 Segunda fase: Seqüência do preparo apical e alargamento foraminal nos grupo 1 e 2.

Grupo 1: Preparo apical através da técnica manual coroa-ápice da FOP/UNICAMP.

Na segunda fase, o preparo do remanescente apical (aproximadamente 4 mm finais), foi realizado por meio da técnica escalonada com recuo anatômico.

1. Introdução da lima de calibre compatível com o diâmetro anatômico do segmento apical do canal até toda extensão do comprimento real de trabalho (CRT).
2. Ampliação do canal e forame de maneira seriada, com lima K em movimento de alargamento alternado (introduz com ¼ de volta para direita até encontrar resistência, ¼ de volta para esquerda e remove girando para direita). A lima final (LF) foi equivalente a quatro diâmetros acima a LAI. O instrumento número #15 foi utilizado para a manutenção da patência apical.
3. Escalonamento com recuo anatômico até o instrumento #70, introduzindo seqüencialmente o instrumento mais calibroso até que houvesse resistência à sua penetração. O movimento empregado foi o de alargamento alternado e recapitulação com a LF. Após a conclusão da instrumentação, a lima #15 foi usada novamente para confirmação da patência.

Grupo 2: Preparo através da técnica rotatória utilizando a seqüência de limas de NiTi (Pro design®) do Sistema Easy Endo Slim® com 350 rpm, de acordo com a FOP/UNICAMP, conforme descrição abaixo.

Após a primeira fase, os preparos deste grupo, tiveram como comprimento de trabalho (CT), 1 mm além do forame apical, conforme seqüência descrita a seguir:

Passo 1: instrumento 1, design Quad. – 20.03 (branco) até o CT.

Passo 2: instrumento 2, design Quad. – 15.05 (amarelo) até o CT.

Passo 3: instrumento 3, design H. Tripla – 22.04 (vermelho) até o CT.

Passo 4: instrumento 4, design H. Tripla – 25.04 (azul) até o CT.

Passo 5: instrumento 5, design H. Tripla – 20.06 (verde) até o CT.

Passo 6: instrumento 6, design H. Tripla – 20.07 (preto) até o CT.

Foram utilizados dois jogos de instrumentos (Pro design[®]), um para cada cinco canais. Através de um instrumento manual fez-se o registro do diâmetro final do forame apical, de todo o grupo 2.

Após o preparo, para auxiliar na remoção da smear layer, foram realizadas as etapas de limpeza das paredes do canal com auxílio de 10 ml de EDTA a 17%, que permaneceu no canal por 3 minutos sob agitação com um cone de guta-percha compatível ao diâmetro final. Em seguida, o canal foi irrigado com 10 ml de soro fisiológico e seco com cone de papel (Konne[®]) compatível ao diâmetro do forame.

4.5 Preparação dos dentes para captura das imagens pós-instrumentação

Após instrumentação dos dentes, foram realizados os procedimentos prévios para obtenção das imagens em microscopia eletrônica de varredura (MEV), descritos no item 4.3. Os dentes instrumentados foram distribuídos em seus respectivos stubs, posicionados na mesma posição inicial, sob a marca remanescente da fita dupla face de carbono. No momento da visualização do forame apical no MEV foram respeitadas as mesmas angulações e distâncias, registradas durante a captura das imagens iniciais, anteriormente ao preparo químico-mecânico.

4.6 Análise das imagens através do programa Image Manager (Leica IM50) e mensuração das áreas dos forames apicais

Com o auxílio do programa Image Manager (Leica IM50) (Figura 5), as amostras do forame apical pós-instrumentação foram digitalizadas, com aumento de x50 e tiveram suas áreas (mm^2) mensuradas.

Inicialmente, fez-se a calibração da escala métrica, para o aumento de x50 e 500 μm , baseado em uma régua obtida nas imagens do MEV. Os valores em μm presentes nessas imagens foram convertidos em mm, no programa Leica IM50, para o cálculo das áreas (mm^2) do forame apical. A área do forame apical foi obtida automaticamente, após realizar a demarcação acompanhando toda a borda foraminal, com auxílio de um “mouse” e por um mesmo operador. Em seguida esses valores, foram enviados ao Microsoft Office Excel (2007).

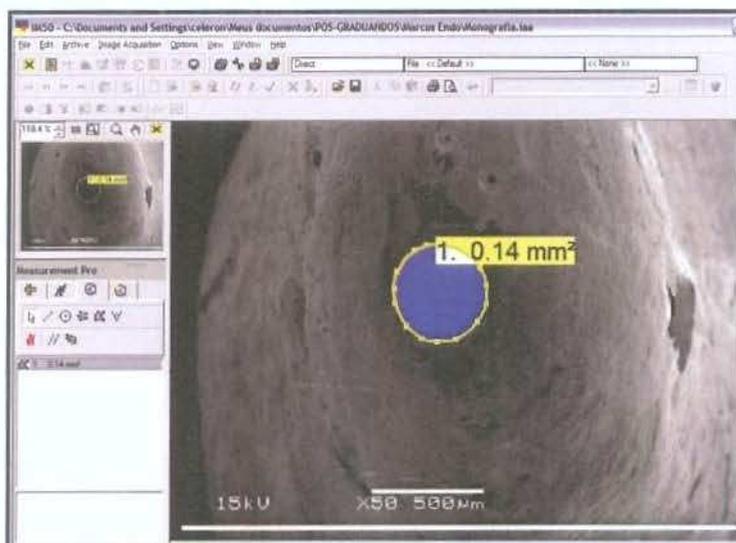


Figura 5 – Programa Image Manager (Leica IM50). Mensuração da área (mm^2) do forame apical, após o preparo do caso 7 (grupo 2).

4.7 Análise estatística

Como os dados não apresentaram distribuição normal, aplicou-se o teste não-paramétrico de Wilcoxon para verificar se houve diferença estatística antes e após a instrumentação manual (grupo 1), assim como antes e após o preparo utilizando o sistema rotatório (grupo 2).

Inicialmente, observou-se uma variância constante dos dados antes e após a instrumentação tanto do grupo 1 quanto do 2, dessa forma foi aplicado o teste t-Student independente, para realizar uma análise comparativa entre os grupos após o preparo.

5 RESULTADOS

A tabela 1 e a figura 6 representam as medidas das áreas (mm^2) antes e após a instrumentação, de ambos os grupos. No grupo 1 obteve-se valores médios de $0,069 \text{ mm}^2$ (antes) e $0,186 \text{ mm}^2$ (após). Enquanto no grupo 2 observa-se área inicial média de $0,061 \text{ mm}^2$ e final de $0,17 \text{ mm}^2$.

Tabela 1 – Grupos 1 e 2, valores expressos em área (mm^2), do forame apical antes e após a instrumentação.

| | Manual (1) | | Rotatória (2) | |
|-------|------------|-------|---------------|------|
| | Antes | Após | Antes | Após |
| 1 | 0.1 | 0.18 | 0.1 | 0.16 |
| 2 | 0.08 | 0.16 | 0.06 | 0.2 |
| 3 | 0.06 | 0.27 | 0.06 | 0.16 |
| 4 | 0.04 | 0.2 | 0.05 | 0.2 |
| 5 | 0.01 | 0.17 | 0.12 | 0.18 |
| 6 | 0.09 | 0.22 | 0.03 | 0.18 |
| 7 | 0.07 | 0.22 | 0.03 | 0.14 |
| 8 | 0.04 | 0.15 | 0.06 | 0.15 |
| 9 | 0.13 | 0.18 | 0.04 | 0.16 |
| 10 | 0.07 | 0.11 | 0.06 | 0.17 |
| Média | 0.069 | 0.186 | 0.061 | 0.17 |

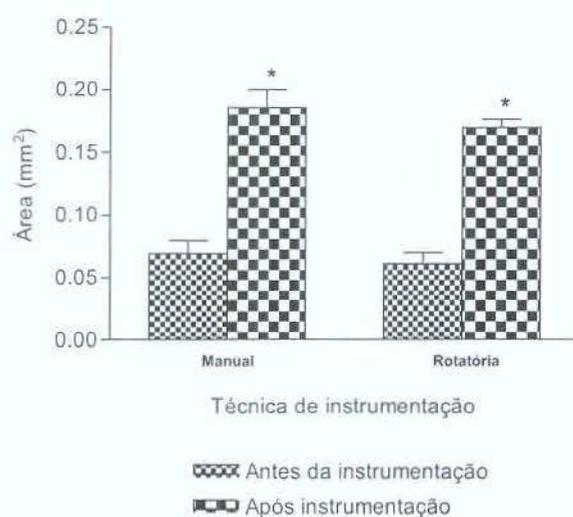


Figura 6 – Representa a área (mm^2) dos forames, antes e após a instrumentação, realizadas através da técnica manual e rotatória.

Em ambos os grupos houve diferença estatística antes e após o preparo do forame apical pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,05$) (tabela 2).

Tabela 2 – Teste de Wilcoxon aplicado no grupo 1 e 2, antes e após o preparo ($p < 0,05$).

| | n | T | Z | p-level |
|-----------------------------------|----|------|----------|----------|
| Manual e Rotatório (antes e após) | 10 | 0,00 | 2,803060 | 0,005062 |

Ao aplicar o teste t-Student independente verificou-se que não houve diferença estatística significativa ao se comparar os resultados após a instrumentação dos grupos 1 e 2 (tabela 3).

Tabela 3 – Teste t-Student independente após a instrumentação dos grupos 1 e 2.

| | Mean Manual | Mean Rotatório | t-value | df | p | t separ. var. est. | df | p 2-sided |
|-------------------------|-------------|----------------|----------|----|----------|--------------------|----------|-----------|
| Área (mm ²) | 0,186 | 0,170 | 1,041511 | 18 | 0,311426 | 1,041511 | 12,52659 | 0,317323 |

As limas anatômicas iniciais foram registradas inicialmente ao preparo do canal radicular, assim como as limas finais e diâmetros finais (tabela 4).

As ampliações no grupo 1 foram sempre 4 diâmetros superiores a LAI, enquanto no grupo 2 variou entre 3 a 5 calibres acima da LAI.

Tabela 4 – Valores referentes ao comprimento do dente (mm), comprimento de trabalho (mm), lima anatômica inicial do grupo 1 e 2, lima final (grupo 1) e diâmetro final (grupo 2).

| | Grupo 1 | | | | Grupo 2 | | | |
|----|----------------------|-------------------------|-----|-----|----------------------|-------------------------|-----|----------------|
| | Comprimento do dente | Comprimento de trabalho | LAI | LF | Comprimento do dente | Comprimento de trabalho | LAI | Diâmetro Final |
| 1 | 13 mm | 13 mm | #25 | #45 | 15 mm | 16 mm | #15 | #35 |
| 2 | 12 mm | 12 mm | #25 | #45 | 13 mm | 14 mm | #20 | #40 |
| 3 | 15 mm | 15 mm | #25 | #45 | 12.5 mm | 13.5 mm | #20 | #40 |
| 4 | 13 mm | 13 mm | #25 | #45 | 13 mm | 14 mm | #15 | #40 |
| 5 | 15 mm | 15 mm | #20 | #40 | 14.5 mm | 15.5 mm | #20 | #45 |
| 6 | 12.5 mm | 12.5 mm | #25 | #45 | 16 mm | 17 mm | #25 | #40 |
| 7 | 13 mm | 13 mm | #30 | #50 | 14 mm | 15 mm | #20 | #45 |
| 8 | 14 mm | 14 mm | #20 | #40 | 13.5 mm | 14.5 mm | #25 | #40 |
| 9 | 15 mm | 15 mm | #20 | #40 | 16 mm | 17 mm | #30 | #55 |
| 10 | 15 mm | 15 mm | #25 | #45 | 14 mm | 15 mm | #30 | #55 |

As figuras (7 a 12) representam algumas das imagens obtidas no MEV, antes (A) e após (B) instrumentação, em uma vista perpendicular do forame apical.

Pode-se observar cinco casos de formas irregulares do forame após a instrumentação, correspondendo a 2 (20%) no grupo 1, e 3 (30%) no grupo 2. As imagens dos forames irregulares são observadas, nas figuras 8B e 10B.

GRUPO 1: INSTRUMENTAÇÃO MANUAL

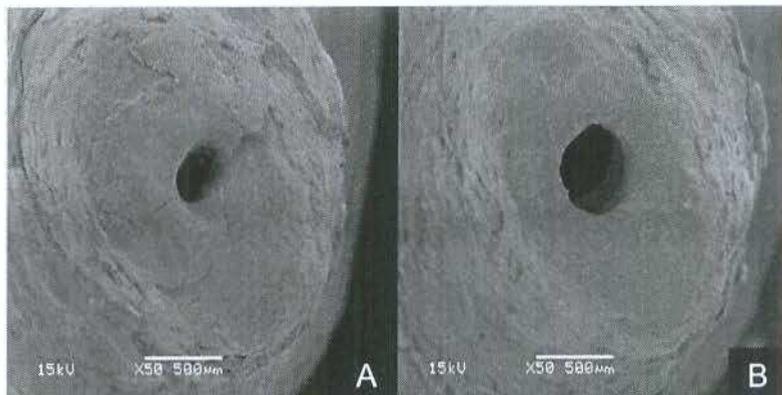


Figura 7 – Imagens no MEV do caso 2, antes (A) e após (B) a instrumentação do canal radicular.

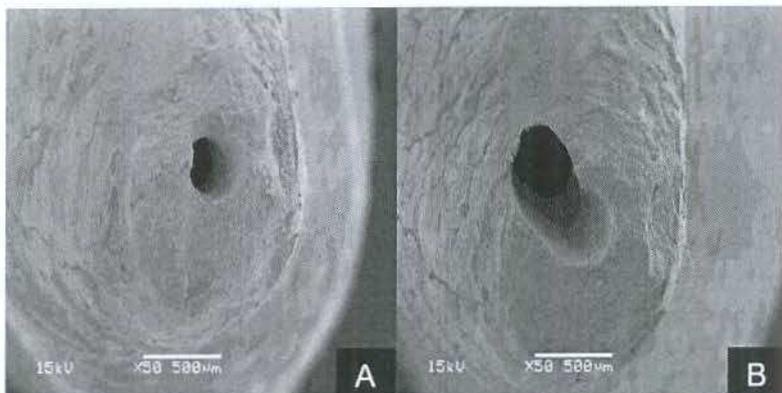


Figura 8 – Imagens no MEV do caso 3, antes (A) e após (B) a instrumentação do canal radicular.

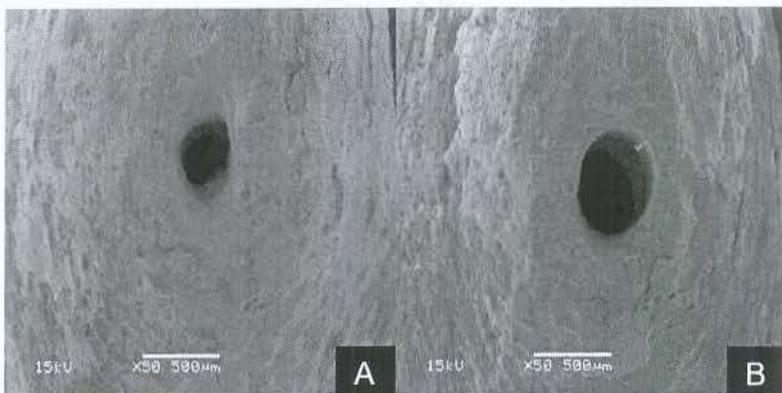


Figura 9 – Imagens no MEV do caso 6, antes (A) e após (B) a instrumentação do canal radicular.

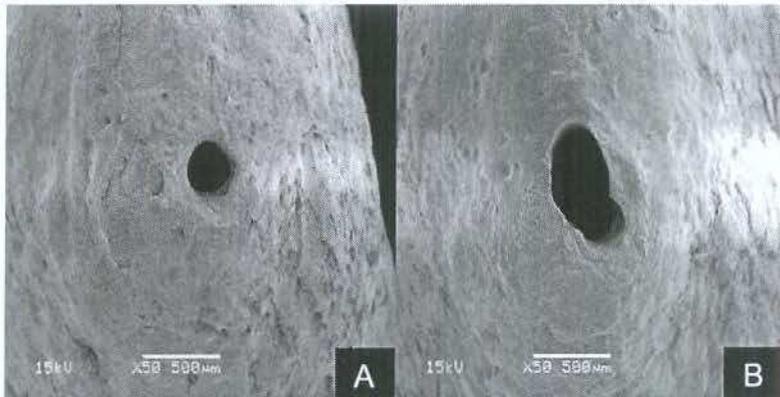
GRUPO 2: INSTRUMENTAÇÃO ROTATÓRIA

Figura 10 – Imagens no MEV do caso 2, antes (A) e após (B) a instrumentação do canal radicular.

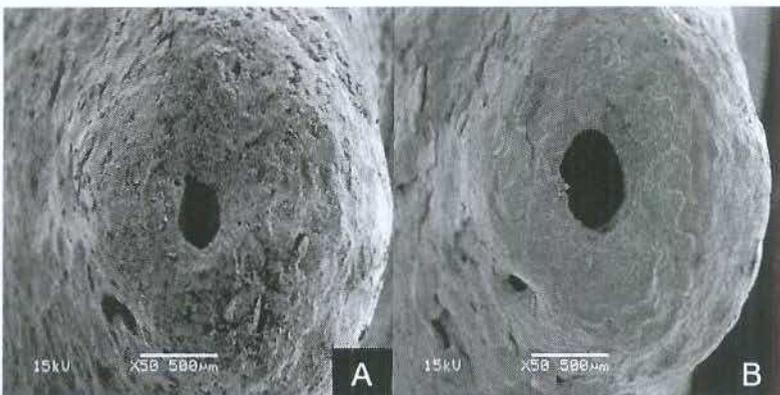


Figura 11 – Imagens no MEV do caso 3, antes (A) e após (B) a instrumentação do canal radicular.

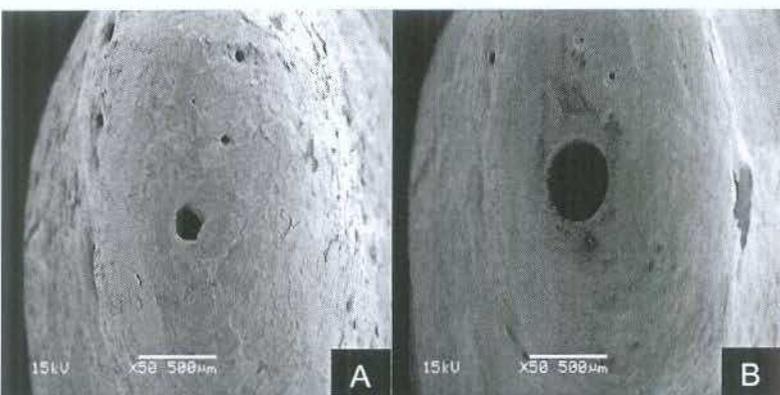


Figura 12 – Imagens no MEV do caso 7, antes (A) e após (B) a instrumentação do canal radicular.

6 DISCUSSÃO

A magnificação de x50 foi selecionada, para mensurar as áreas dos forames, pois as imagens apresentaram nítidas e envolveram toda a extensão da estrutura. Além disso, para realizar as comparações antes e após o preparo endodôntico, preocupou-se em estabelecer as mesmas posições e angulações, durante a captura das imagens no microscópio eletrônico de varredura.

No presente estudo o comprimento de trabalho das amostras foi estabelecido através de visão direta, entretanto para determinar esse comprimento clinicamente e obter a limpeza de toda a extensão do canal, é indicado utilizar o localizador apical, no ponto zero (Santos, 2005), sob qualquer condição pulpar, biopulpectomia ou necropulpectomia. Nas situações de polpa viva, a remoção de todo o conteúdo orgânico do canal radicular reduzirá as chances de permanecer tecido pulpar inflamado, sujeito à necrose e, conseqüentemente, à posterior contaminação. Por outro lado, nos casos da presença de microorganismos elimina-se uma quantidade substancial de irritantes nesta região (Souza, 2000; Souza, 2006).

É importante salientar que a partir do conhecimento da adequada limpeza e modelagem da zona crítica apical, adota-se como conduta, sempre que possível, realizar a patência (Buchanan, 1993; Goldberg & Massone, 2002) e o alargamento apical (Wu *et al.*, 2002). Diante disso, preconizamos realizar o preparo do canal até o forame, associado à ampliação foraminal, como foi observado no grupo manual e rotatório. Dessa forma, eliminam as bactérias dessa região (Siqueira Jr. *et al.*, 1997; Dalton *et al.*, 1998; Card *et al.*, 2002; Rollison *et al.*, 2002; Usman *et al.*, 2004) e previne o acúmulo de debrís pulpare e dentinários que podem causar bloqueios, desvios, transportes e perfurações (Flanders, 2002; Souza, 2006).

O diâmetro inicial dos forames de ambos os grupos foram obtidos facilmente, devido ao preparo da primeira fase, representado pelo pré-alargamento dos terços médio e cervical. Algumas vantagens desse preparo coroa-ápice são citadas, como a diminuição das interferências na região cervical, proporcionando melhor sensibilidade tátil do terço apical (Stabholz *et al.*, 1995; Contreras *et al.*, 2001; Tan & Messer, 2002b). Além de possibilitar a redução dos efeitos da

curvatura, tornar mais efetiva a irrigação, promover a desinfecção prévia da porção coronária, minimizar o risco de extrusão microbiana pelo forame e diminuir a alteração do comprimento de trabalho, pois este é determinado depois da curvatura do canal ser reduzida (Goerig *et al.*, 1982; Dovgan, 1998). E também diminuem os riscos de transposições e desvios apicais (Luiten *et al.*, 1995).

Grossman (1970) recomendava para a limpeza das paredes do terço apical, alargar três diâmetros sucessivos e superiores em relação a primeira lima ajustada, 1 mm aquém do comprimento do dente visualizado na radiografia. Entretanto, esses conceitos de obtenção da LAI e ampliação apical, não apresentaram resultados satisfatórios, correspondentes ao travamento apical e a limpeza dessa região, respectivamente (Wu *et al.*, 2000; Wu *et al.*, 2002). Por isso, neste estudo realizou-se o preparo coroa-ápice associado ao pré-alargamento coronário, estabeleceu a LAI ajustada no forame apical e ampliação de quatro limas seqüenciais de maior calibre a partir da LAI.

Através do teste de Wilcoxon ($p < 0,05$), os valores das áreas antes e após a instrumentação apresentaram diferenças estatísticas ($p = 0,005062$) e evidenciaram resultados significativamente maiores após o procedimento, fato esperado, pois significa que o preparo atingiu seu objetivo de ampliar o forame e conseqüentemente de realizar uma limpeza adequada.

Observou-se que a instrumentação manual, com quatro limas de calibres superiores a LAI até a região foraminal e escalonamento com recuo anatômico, o forame apresentou regular em 80% do grupo 1. Os outros dois casos de bordas irregulares podem estar relacionados com a dureza e o calibre das limas de aço inoxidável, assim como a posição para-apical do forame ou uma leve curvatura radicular. Pois, sabe-se que realizar alargamentos sucessivos, com diâmetros maiores, no mesmo comprimento de trabalho em canais curvos, pode predispor a lacerações e desvios (Briseno & Sonnabend, 1991).

Optou-se em realizar a instrumentação rotatória (grupo 2) com 1 mm além do forame apical, pois durante esse preparo, define-se a trajetória do conduto auxiliando no processo de reparo e sabemos a dificuldade de controle do instrumento em seu comprimento real de trabalho. Geralmente isso ocorre devido

alguns fatores como a falta de uma referência estável, uma força em direção ao ápice comum do sistema rotatório e a desadaptação do cursor. Mesmo ultrapassando o limite, não foram observadas a formação de degraus, rasgos, bloqueios e perfurações, porém houve três casos com alteração da morfologia foramina, podendo representar um possível transporte. Esses dados estão de acordo com os encontrados por Goldberg & Massone (2002) que observaram que do total de 30 incisivos laterais superiores, 18 (60%) apresentaram transposição apical. O transporte foi observado em 9 (60%) das 15 espécimes do grupo A (limas K de aço inoxidável), e 9 no grupo B (limas K de níquel-titânio), não havendo diferença estatística significativa, como observado neste estudo. O valor de 1 mm além do forame, não representou a principal causa da alteração de sua morfologia, dois casos também foram observados com a instrumentação manual. Essa alteração não prejudicará no sucesso do tratamento endodôntico, pois o importante é o forame estar patente e limpo, seguido da obturação e selamento coronário, para propiciar uma adequada reparação tecidual.

De acordo com os resultados verificou-se que as áreas e os calibres das limas utilizadas apresentaram, após o pré-alargamento do terço cervical, uma discrepância entre os valores das limas anatômicas iniciais e seu verdadeiro diâmetro. Wu *et al.* (2002) observaram que nenhum instrumento, lima K e Lightspeed, que travaram no comprimento de trabalho, refletiram seu real diâmetro no terço apical de pré-molares inferiores curvos. A LAI, primeiro instrumento que se ajusta no comprimento de trabalho, não permite uma predição real do diâmetro inicial do forame apical (Contreras *et al.*, 2001; Tan & Messer, 2002a; Tan & Messer, 2002b), assim como do seu alargamento foramina. Além disso, muitos canais possuem um formato oval ou achatado no terço apical (Wu *et al.*, 2000; Wu *et al.*, 2002).

Considerando a variação dos diâmetros foraminais para cada grupo dental (Burch & Hulen, 1972; Dummer *et al.*, 1984; Morfis *et al.*, 1994), não há um padrão estabelecido para se realizar o alargamento apical. Além disso, pelo fato da ampliação com três calibres acima da LAI, 1 mm aquém do comprimento do dente, não apresentar satisfatório em relação a limpeza apical (Wu *et al.*, 2002) e a dificuldade em se estabelecer a LAI (Wu *et al.*, 2000), optou-se alargar o terço apical

com quatro limas seqüencialmente superiores a LAI, ajustadas no forame e verificar a morfologia final do mesmo.

Ao se comparar os grupos 1 e 2, em relação as suas áreas pós-instrumentação, não verificou diferença estatística ($p=0,311426$), mostrando que o preparo manual e rotatório não obtiveram ampliações discrepantes. Siqueira Jr. *et al.* (1997) demonstraram em um estudo histológico, nenhuma diferença entre as técnicas (step back com limas de aço inoxidável, step back com limas de NiTi, ultrassom, força balanceada e master U) em relação a limpeza do terço apical de raízes mesiais de molares inferiores.

Após a instrumentação dos dentes de ambos os grupos, estabeleceu e registrou a LF através de instrumentos manuais, simulando o procedimento anterior a obturação do canal radicular. Devido à necessidade da limpeza e ampliação foraminal, surge o questionamento sobre o limite apical de obturação. Posteriormente, para realização dessa etapa, um cone de guta-percha não estandardizado seria selecionado, calibrado com dois diâmetros superiores a LF através do uso de uma régua e uma lâmina estéril, e uma distância do ápice de aproximadamente 2 mm do comprimento de trabalho, para então finalizar a obturação e o selamento coronário definitivo.

7 CONCLUSÕES

- a) Observou-se que a maioria dos casos apresentou um alargamento do forame regular, entretanto houve alterações na morfologia do forame apical comparando a instrumentação manual e rotatória utilizando patência e ampliação foraminal;
- b) As técnicas, manual e rotatória, empregadas apresentaram áreas do forame pós-instrumentação variáveis; mas não houve diferença estatística entre esses valores mensurados.

8 REFERÊNCIAS*

1. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc.* 1980; 101(5): 792-4.
2. Baumgartner JC, Falkler WA. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J Endod.* 1991; 17(8): 380-3.
3. Bassi HAA. Sistema Easy Endo-Multitaper. In: Leonardo MR, Leonardo RT, editores. *Sistemas rotatórios em Endodontia – instrumentos de níquel-titânio.* São Paulo. Artes Médicas; 2002. p. 287-314.
4. Benatti O, Valdrigh L, Biral RR, Pupo J. A histological study of the effect of diameter enlargement of the apical portion of the root canal. *J Endod.* 1985; 11(10): 428-34.
5. Briseno BM, Sonnabend E. The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. *Int Endod J.* 1991; 24(1): 15-23.
6. Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile rotary nickel–titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: part 1. *Int Endod J.* 1998; 31(4): 275–81.
7. Buchanan LS. Cleaning and shaping the root canals, part 2: cleaning concepts. *Dent Today.* 1993; 9:92-5.
8. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation, part 1: concepts for variably tapered shaping instruments. *Dent Today.* 1999; 18(2): 78-86.
9. Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972; 34(2): 262-8.
10. Card SJ, Sigurdsson A, Ørstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod.* 2002; 28(11): 779–83.
11. Chen JE, Messer HH. A comparison of stainless steel hand and rotary nickel-titanium instrumentation using a silicone impression technique. *Aust Dent J.* 2002; 47(1): 12-20.
12. Clem WH. Endodontics: the adolescent patient. *Dent Clin North Am.* 1969; 13(2): 482-93.
13. Cohen S, Burns R. *Pathways of the pulp.* 6th ed. St. Louis: CV Mosby; 1994.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

14. Contreras MAL, Zinman EH, Kaplan SK. Comparison of the first file that fits at the apex, before and after early flaring. *J Endod*. 2001; 27(2): 113–6.
15. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *J Endod*. 1998; 24(11): 763–7.
16. De Deus QD. *Endodontia*. 5th ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 1992.
17. Dovgan JS. Incorporating nickel-titanium instrumentation in your practice. *Dent Today*. 1998; 17(10): 86-93.
18. Dummer PMH, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J*. 1984; 17(4): 192-8.
19. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod*. 1995; 21(4): 173–6.
20. Felipe MCS, Soares IJ. In vitro evaluation of an audiometric device in locating the apical foramen of teeth. *Endod Dent Traumatol*. 1994; 10(5): 220–2.
21. Flanders DH. Endodontic patency. How to get it. How to keep it. Why it is so important. *N Y State Dent J*. 2002; 68(6): 30-2.
22. Glossen CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni–Ti hand, Ni–Ti engine-driven and K-Flex endodontic instruments. *J Endod*. 1995; 21(3): 146–51.
23. Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod*. 1982; 8(12): 550-4.
24. Goldberg F, Massone EJ. Patency file and apical transportation: an in vitro study. *J Endod*. 2002; 28(7): 510-1.
25. Grossman LI. *Endodontic practice*. 7th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1970.
26. Heck AR. *Avaliação da alteração morfológica do canal radicular após o preparo com três técnicas de instrumentação e do tempo gasto para sua execução* [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2005.
27. Holland R, Sant'Anna Júnior A, Souza V, Dezan Junior E, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Nery MJ, Murata SS. Influence of apical patency and filling material on healing process of dogs' teeth with vital pulp after root canal therapy. *Braz Dent J*. 2005; 16(1): 9-16.
28. Hülsmann M, Gressmann G, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*. 2003; 36(5): 358-66.

29. Jardine SJ, Gulabivala K. An in vitro comparison of canal preparation using two automated rotary nickel–titanium instrumentation techniques. *Int Endod J*. 2000; 33(4): 381–91.
30. Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *J Endod*. 2006; 32(5): 417-20.
31. Kuhn G, Carnes Jr. DL, Clement DJ, Walker WA. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. *J Endod*. 1997; 23(12): 735–8.
32. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc*. 1955; 50(5): 544-52.
33. Leeb J. Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. *J Endod*. 1983; 9(11): 463-70.
34. Lopes HP, Siqueira Jr. JF. *Endodontia – Biologia e técnica*. 2ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 2004.
35. Luiten DJ, Morgan LA, Baumgartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J Endod*. 1995; 21(1): 26–32.
36. Marshall FJ, Pappin J. A crown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. *Thechnique Manual*, Portland, Oregon Health Sciences University, 1980.
37. Mickel AK, Chogle S, Liddle J, Huffaker K, Jones JJ. The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. *J Endod*. 2007; 33(1): 21-3.
38. Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1994; 77(2): 172-6.
39. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod*. 1984; 10(10): 491-8.
40. Mullaney TP, Petrick JD. The ledged root canals: cause, prevention and correction. *J Ky Dent Assoc*. 1968; 20(2):15-8.
41. Olson AK, Goerig AC, Cavataio RE, Luciano J. The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. *Int Endod J*. 1991; 24(1): 28-35.

42. Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. *J Canad Dent Assoc.* 1971; 37(8): 305-8.
43. Parris J, Wilcox L, Walton R. Effectiveness of apical clearing: histological and radiographical evaluation. *J Endod.* 1994; 20(5): 219-24.
44. Park H. A comparison of Greater Taper files, ProFiles, and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 91(6): 715-8.
45. Pécora JD, Saquy PC, Sousa Neto MD, Woelfel JB. Root form and canal anatomy of maxillary first premolars. *Braz Dent J.* 1992; 2(2): 87-94.
46. Pécora JD, Capelli A, Guerisoli DM, Spano JC, Estrela C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *Int Endod J.* 2005; 38(7): 430-5.
47. Philippas GG. Influence of occlusal wear and age on formation of dentin and size of pulp chamber. *J Dent Res.* 1961; 40(6): 1186-98.
48. Portenier I, Lutz F, Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. *Int Endod J.* 1998; 31(2): 103-11.
49. Rícucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J.* 1998; 31(6): 384-93.
50. Rollison S, Barnett F, Stevens RH. 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.* 2002; 94(3): 366 -71.
51. Santos JCB. *Análise comparativa, in vitro, da eficiência na odontometria de três localizadores apicais (Root ZX, Bingo 1020 e Novapex)* [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2005.
52. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18(2): 269-96.
53. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod.* 1997; 23(8): 503-7.
54. Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod.* 2000; 26(12): 751-5.
55. Siqueira Jr. JF, Araujo MCP, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJS. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997; 23(8): 499-502.

56. Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*. 1990; 16(10): 498–504.
57. Souza Filho FJ, Benatti O, Almeida OP. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1987; 64(4): 480-4.
58. Souza Filho F, Valdrighi L, Bernardinelli N. Influência do nível da obturação e do alargamento do forame apical no processo de reparo tecidual. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 1996; 50(2): 175-7.
59. Souza RA. Limpeza de forame e sua relação com a dor pós-operatória. *Jornal Brasileiro Endo/Perio*. 2000; 1(3): 1-4.
60. Souza RA. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. *Braz Dent J*. 2006; 17(1): 6-9.
61. Stabholz A, Rotstein I, Torabinejad M. Effect of preflaring on tactile detection of the apical constriction. *J Endod*. 1995; 21(2): 92-4.
62. Spangberg L. The wonderful world of rotary root canal preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001; 92(5): 479.
63. Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. *J Endod*. 2002a; 28(9): 658-64.
64. Tan BT, Messer HH. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. *Int Endod J*. 2002b; 35(9): 752-8.
65. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile .04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Parts 1. *Int Endodon J*. 1997; 30(1): 1-7.
66. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod*. 2004; 30(2): 110 –2.
67. Versümer J, Hülsmann M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using ProFile.04 and Lightspeed rotary Ni–Ti instruments. *Int Endod J*. 2002; 35(1): 37–46.
68. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod*. 1988; 14(7): 346-51.
69. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod*. 1976; 2(10): 304-11.

70. Walton RE, Torabinejad M. *Princípios e prática em Endodontia*. 2ª ed. São Paulo: Santos; 1997.
71. Vande Visse JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod*. 1975; 1(7): 243–6.
72. Weiger R, ElAyouti A, Löst C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod*. 2002; 28(8): 580-3.
73. Williams CB, Joyce AP, Roberts S. A comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. *J Endod*. 2006; 32(7): 624–7.
74. Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995; 79(4):492-6.
75. Wu MK, Roris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000; 89(6): 739–43.
76. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J*. 2002; 35(3): 264-7.
77. Yu DC, Schilder H. Cleaning and shaping the apical third of a root canal system. *Gen Dent*. 2001; 49(3): 266-70.



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



ANEXO 1

CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "**Análise comparativa da alteração morfológica do ápice radicular após o preparo endodôntico com patência do forame apical realizados com instrumentos manuais e rotatórios**", protocolo nº 114/2008, dos pesquisadores Marcos Sergio Endo e Francisco José de Souza Filho, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 20/10/2008.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "**Morphological changes in the apical third of root canals after preparation with foramen patency using two different instrumentation techniques: in vitro study**", register number 114/2008, of Marcos Sergio Endo and Francisco José de Souza Filho, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at .

Prof. Dr. Pablo Agustín Vargas
Secretário
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

UNICAMP / FOP
BIBLIOTECA