



Ronaldo Souza Ferreira da Silva

**AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA E MICROSCÓPICA
(MEV – MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA),
DO PREPARO APICAL PROMOVIDO POR TRÊS
DIFERENTES TÉCNICAS PARA PREPARO
BIOMECÂNICO DOS CANAIS RADICULARES,
EMPREGANDO SISTEMAS ROTATÓRIOS.**

Araraquara - 2007

Ronaldo Souza Ferreira da Silva

**AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA E MICROSCÓPICA
(MEV – MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA),
DO PREPARO APICAL PROMOVIDO POR TRÊS
DIFERENTES TÉCNICAS PARA PREPARO
BIOMECÂNICO DOS CANAIS RADICULARES,
EMPREGANDO SISTEMAS ROTATÓRIOS.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard

Araraquara - 2007

Silva, Ronaldo Souza Ferreira da

Avaliação radiográfica e microscópica (MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura), do preparo apical promovido por três diferentes técnicas para preparo biomecânico dos canais radiculares, empregando sistemas rotatórios / Ronaldo Souza Ferreira da Silva. – Araraquara : [s.n.], 2007.

113f. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard

1. Endodontia 2. Microscopia 3. Técnicas I. Título.

RONALDO SOUZA FERREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA E MICROSCÓPICA
(MEV – MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA),
DO PREPARO APICAL PROMOVIDO POR TRÊS DIFERENTES
TÉCNICAS PARA PREPARO BIOMECÂNICO DOS CANAIS
RADICULARES, EMPREGANDO SISTEMAS ROTATÓRIOS**

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard

2º Examinador: Prof. Dr. Idomeu Bonetti Filho

3º Examinador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

4º Examinador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis Só

5º Examinador: Prof. Dr. Marco Antonio Húngaro Duarte

Araraquara, 09 de novembro de 2007.

Dados Curriculares

Ronaldo Souza Ferreira da Silva

NASCIMENTO 30.01.1972 – ADAMANTINA/SP

FILIAÇÃO Osvaldo Ferreira da Silva
Marina de Souza Silva

1990/1994 Curso de Graduação
Universidade Estadual de Londrina (UEL) - PR

1997 Curso de Atualização em Endodontia
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

1998/2000 Curso de Especialização em Endodontia
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

2002/2004 Curso de Pós-Graduação em Endodontia, nível de
Mestrado - Faculdade de Odontologia de
Araraquara – UNESP

2005/2007 Curso de Pós-Graduação em Endodontia, nível de
Doutorado - Faculdade de Odontologia de
Araraquara – UNESP

Ao SENHOR MEU DEUS

“Ao Senhor meu Deus, agradeço por mais esta benção concedida; pois através de minha fé em ti fui capaz de vencer mais este desafio que a vida me proporcionou. Dedico-te esta vitória, pois nunca me abandonaste, permanecendo em minha mente e em meu coração em todos os momentos de minha vida, tanto nos bons quanto naqueles em que tive de procurá-lo para me confortar. Agradeço-te pelas dádivas que me presenteaste durante minha passagem por esta vida terrena; pela minha família, pela minha saúde, por crer em ti. Na condição de seu filho e servo fiel, agradeço a todos os Anjos e Santos pela proteção concedida a mim e toda minha família; assim como à Virgem Maria, minha protetora, que sempre me acompanha e abençoa. Ofereço-te esta vitória, me comprometendo a destiná-la para o bem daqueles que me rodeiam, através dos caminhos da docência. Que eu continue sempre levando o seu Santo nome em minhas atitudes, minha mente e coração, agora e sempre, Amém”.

DEDICATÓRIA

“Dedico esta vitória aos meus pais Osvaldo e Marina, a quem devo tudo o que sou e tudo o que tenho. Se hoje consigo realizar mais este objetivo, é devido à abdicação e anulação de vocês, para que eu pudesse trilhar este caminho. Sintam-se realizados, tendo certeza de que me transmitiram a melhor educação possível. Esta vitória é de vocês e para vocês. Talvez não consiga agradecer o suficiente ou até mesmo o devido, pois o tempo não volta atrás; sendo assim, espero que os sacrifícios realizados sejam compensados por esta imensa alegria que sinto em ter chegado até aqui, realizando mais este objetivo profissional. Eu realmente tenho orgulho das minhas origens, e agradeço a Deus por terem me gerado e criado. Amo vocês. Muito obrigado”.

“Minha amada esposa Juliana. Sem você, talvez não houvesse sentido em minha caminhada. Se hoje encerro um objetivo traçado na adolescência, é com você que compartilho esta imensa alegria da vitória. Nossas vidas caminham em busca de um só objetivo, de um só sonho. Sei que estamos no caminho certo, e de que nada será capaz de nos esmorecer. Agradeço seu amor incondicional, assim como sua paciência sem fim. Perdão pelas inúmeras noites em que te deixei só. Nos momentos de dificuldade, foi em seu ombro que procurei abrigo. Agora que cumpri o que havia proposto para minha vida, tenha certeza de que desfrutaremos das vitórias a que temos direito. Te amo, sempre.”

*“Ao meu irmão Arnaldo, minha cunhada Cláudia e
sobrinhos Aaron e Aalec, agradeço por vocês complementarem
minha vida. Sabem o quão sacrificante foi chegar até aqui. Se, em
alguns momentos estive ausente, tal fato ocorreu por querer isto
mais do que tudo; porém, hoje me sinto completo para seguir em
frente. Posso me considerar um homem realizado. Muito obrigado
por entenderem minha caminhada.”*

“Helder, meu outro irmão; obrigado pela sua amizade e anos de convivência. Meu respeito por você é infinito, assim como minha admiração. Iniciamos “tudo isto” juntos, e assim vamos até o fim. Minha eterna gratidão àquele que me acolheu, apoiou, incentivou e respeitou. Encontramo-nos não em nossas diferenças, mas sim, em nossa essência: valores, educação, orgulho, hombridade, perseverança. Nossa vitória coroa todo nosso esforço e dedicação; e tem mais significado, pois é honesta e sincera. Simplesmente somos amigos, irmãos. Muito obrigado.”

“Agradeço minha nova família: Marco Antonio, Renata e Janaina. Que esta vitória seja em retribuição a confiança depositada em mim. Nosso respeito mútuo sempre estará acima de tudo; pois a consideração que possuo para com vocês não tem tamanho. Nossa convivência se torna cada vez mais agradável com o passar do tempo, reflexo de nossa sincera amizade. Que assim seja.”

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao **Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard**. O incentivo nos momentos em que o procurei foi certo. Sua palavra dada foi uma só; aonde encontrei alguém em quem confiei. Como um verdadeiro Orientador: opinou, criticou, orientou; mas também me deixou expor as opiniões que tive; permitiu-me trabalhar e desenvolver o combinado. Transformou o meu sonho em objetivo; e melhor, em realidade. Sendo assim, é realmente um verdadeiro prazer ser seu aluno todos estes anos. Conte comigo e meu eterno obrigado.

AGRADECIMENTO

A Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, através da sua atual diretora, **Prof. Dr. Rosemary Adriana Chiérici Marcantonio**, e ao Programa de Pós-Graduação em Endodontia.

Aos **Professores: Idomeu Bonetti Filho, Fábio Luis Camargo Villela Berbert, Renato de Toledo Leonardo e Mário Tanomaru Filho**, agradeço o convívio amigo, a atenção e ensinamentos dedicados durante todos estes anos.

Agradeço a Professora Leonor Loffredo, pela atenção e ajuda na elaboração da parte estatística deste estudo.

Ao Sr. Sebastião Dametto, responsável pela utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura. Agradeço o alegre convívio e as experiências trocadas.

Muito obrigado ao meu grande amigo **José Carlos Rivas Gutierrez**; exemplo de simplicidade, mais brasileiro do que muitos. Minha relação com você, transcende a barreira da amizade; pois, se é que existem outras

vidas, com certeza fomos e ainda somos irmãos. Sinto-me orgulhoso e feliz em tê-lo dentre as poucas pessoas em quem posso confiar. Te amo.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação do Doutorado: **Anderson, Alexandre, Bier, Cristiane, Denise, Eduardo, Erick, Fernanda, Fernandinho, Gustavo, Jose Carlos Rivas, Marco Aurélio, Maurício, Renatinho, Renata.** Agradeço pela convivência, pelo espírito de grupo, respeito e profissionalismo dispensados nestes anos que passamos juntos. Que vocês saibam que sempre estarei à disposição. Muito obrigado.

Ao **Henrique**, um homem sincero, simples e com ideais éticos. Jamais esquecerei sua força de vontade e dedicação ao seu sonho. Se infelizmente não pudemos conviver o desejado, fica em mim guardada a imagem de uma pessoa que eu respeitava, considerava e admirava. Um grande abraço. Esteja em paz.

Aos meus amigos do curso de Pós-Graduação do Mestrado: **Norberto, Hugo e Santiago.** Agradeço as intermináveis conversas, conselhos e idéias em nossas “reuniões”. Contem comigo.

À funcionária **Célia Regina F. Sanches Silva**, pelo carinho, simpatia e amizade durante todos estes anos de convivência. Sem você, o departamento realmente “pára”. Muito obrigado.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora da FOAr-UNESP, em especial à **Célia, Creusa, Pedrão, Marinho, Adriana, Cida**, pelo convívio amigo e atenção que sempre me dispensaram.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP: **Marinha, Rosângela, Alexandre e Flavia**, pela educação e carinho com que sempre me trataram.

Agradeço aos funcionários da biblioteca: **Maria Helena, Silvia, Ceres, Adriano, Maria Inês e Eliane**, os quais sempre me atenderam com muita educação e amizade nas buscas bibliográficas.

A CAPES, pelo suporte financeiro.

Silva, RSF Avaliação radiográfica e microscópica (MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura), do preparo apical promovido por três diferentes técnicas para preparo biomecânico dos canais radiculares, empregando sistemas rotatórios [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da Unesp; 2007.

Resumo

Para este estudo, foram utilizadas quarenta raízes mesiais de molares inferiores humanos (recém extraídos), com curvatura e conformação semelhantes, divididas, aleatoriamente, em quatro grupos experimentais. Desta forma, somente os canais méso-vestibulares foram instrumentados por meio da técnica “crown-down”, utilizando-se os seguintes instrumentos rotatórios: Hero Apical (Clássico), Light Speed LSX, S-Apex; além das Limas manuais tipo K-Flexofile. Avaliou-se então, radiográfica e microscopicamente (MEV - Microscopia Eletrônica de Varredura), o preparo apical promovido por estes diferentes instrumentos. Radiograficamente, as imagens das raízes estudadas foram analisadas e comparadas antes e após o preparo biomecânico (em cada grupo experimental), procurando-se observar, e até mesmo mensurar, possíveis modificações. Concluiu-se que, independentemente do tamanho dos desvios cervicais ocorridos (em ângulos/graus), após o preparo biomecânico, não houve diferença estatística significativa com relação aos desvios resultantes nos terços apicais nos diferentes grupos ($P=0,9064$). De acordo com a análise microscópica da região apical, houve uma relação de continuidade entre o canal radicular instrumentado e o milímetro final (não instrumentado), dentre todos os grupos.

Palavras chave: Endodontia; microscopia; técnicas.

Silva RSF. A comparative study of manual and three different rotary systems in apical transportation. A Radiographic and SEM evaluation. [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da Unesp; 2007.

Abstract

A Radiographic and SEM (scanning electronic microscope) evaluation in apical transportation was studied. Four similar groups (n=10) of mandibular first molar with curved canals were selected on the basis of their morphology and randomly divided. Only mesiobuccal canals were prepared by the crown-down technique, using rotary instrumentation with Hero Apical-Classic model (Group I), Light Speed LSX (Group II), S-Apex (Group III) and manual instrumentation with K-Flexofile (Group IV). The root images studied were analyzed and compared before and after the instrumentation into each group. The radiographic findings didn't show a statistically significant difference between groups in the apical third ($p=0.9064$). SEM evaluation showed a continuous relationship between the root canal instrumentation and the ultimate millimeter (that was not prepared) in all studied groups.

Keywords: Endodontics; microscopy; techniques.

SUMÁRIO

Resumo.....	14
Abstract.....	15
1 Introdução.....	18
2 Revisão da Literatura.....	28
2.1 Instrumentos Hero Apical (Clássico).....	28
2.2 Instrumentos Lightspeed LSX.....	28
2.3 Instrumentos S-Apex.....	29
2.4 Instrumentos Flexofile.....	29
3 Proposição.....	44
4 Material e Método.....	45
4.1 Material.....	45
4.2 Método.....	46
4.2.1 Seleção e preparo dos dentes.....	46
4.2.2 Determinação dos grupos experimentais.....	47
4.2.3 Seqüência técnica de instrumentação dos canais radiculares.....	48
4.2.3.1 Seqüência técnica de instrumentação do grupo I.....	49
4.2.3.2 Seqüência técnica de instrumentação do grupo II.....	51
4.2.3.3 Seqüência técnica de instrumentação do grupo III.....	53
4.2.3.4 Seqüência técnica de instrumentação do grupo IV.....	55
4.2.4 Avaliação radiográfica (antes e depois do preparo biomecânico)...	57
4.2.5 Planejamento estatístico da análise radiográfica.....	62

4.2.6 Preparo das raízes para avaliação utilizando a Microscopia Eletrônica de Varredura.....	62
4.2.7 Avaliação Microscópica.....	63
5 Resultado.....	65
5.1 Análise radiográfica.....	65
5.2 Análise estatística.....	78
5.3 Análise microscópica.....	81
6 Discussão.....	86
6.1 Da proposta do estudo.....	86
6.2 Comparação entre as técnicas.....	88
6.3 Utilização de dentes extraídos.....	89
6.4 Princípios técnicos.....	92
6.5 Escolha do motor elétrico para instrumentação rotatória.....	93
6.6 Análise radiográfica das imagens obtidas e análise microscópica (MEV) dos canais instrumentados.....	94
6.7 Dos resultados.....	97
6.7.1 Análise Radiográfica.....	97
6.7.2 Análise Microscópica.....	98
7 Conclusão.....	100
7.1 Análises radiográfica e estatística.....	100
7.2 Análise microscópica.....	101
8 Referências.....	102

1 Introdução

Torna-se inegável que, para a realização de um tratamento endodôntico, vários são os procedimentos que devem ser apreciados em busca de um correto desenvolvimento do mesmo. Assim sendo, o profissional, antes de traçar seu plano técnico de tratamento, deve ter em mãos um apurado e criterioso exame de anamnese, assim como os exames clínicos e radiográficos complementares. Desta forma, após o fechamento do diagnóstico pertinente ao caso e levando-se em consideração tanto o estado psicológico e físico do paciente, assim como o estado estrutural e a complexidade anatômica do elemento dental a ser tratado, poder-se-á iniciar um planejamento técnico adequado.

Sem subjugar nenhuma das fases que lhe é pertinente durante o tratamento em si, o preparo biomecânico necessita de especial atenção, sendo altamente significativa. Além de se caracterizar como a fase que necessita de maior tempo para sua realização, envolve não só a remoção do conteúdo da cavidade pulpar, mas também promove a redução do número de bactérias e/ou microrganismos que possam estar presentes na mesma. Além disso, tecnicamente, tal procedimento é responsável pelo alargamento, alisamento, conformação e preparo das paredes do canal radicular; sendo que, se essa etapa não for corretamente executada, as demais serão comprometidas.

Didaticamente, os recursos para a execução do preparo biomecânico são divididos em meios: a) químicos (representado pelas soluções

irrigadoras); b) físicos (ato de irrigar e aspirar as soluções irrigadoras); c) mecânicos (representados pelos instrumentos endodônticos e pelas técnicas de instrumentação)³⁷. Desta forma, os meios mecânicos agem com grande importância dentro dessa fase; pois a instrumentação proporcionará, coadjuvada pelas soluções irrigadoras e com os atos de irrigar e aspirar as soluções, com que se atinjam as finalidades desejadas.

Porém, as inúmeras variações anatômicas presentes no sistema de canais radiculares, podem acarretar em certa limitação no que diz respeito ao correto preparo biomecânico, sendo elas: ramificações e canais excedentes ao canal principal, deltas apicais, curvaturas, istmos, entre outras. Devido a isso, o indesejado insucesso pode ocorrer devido ao fato de que a limpeza e desinfecção ideais do canal radicular a ser tratado podem ser ineficientes, assim como podem ocorrer iatrogenias provenientes do preparo realizado, como: perfurações, desvios apicais, degraus e até fratura dos instrumentos utilizados durante o preparo biomecânico^{21,41,64}.

A escolha de uma determinada técnica, assim como dos instrumentos utilizados para realização da mesma, representa grande importância na prevenção de acidentes operatórios, assim como no acontecimento destas indesejáveis iatrogenias que possam interferir diretamente no sucesso esperado do tratamento.

Inicialmente, essa fase do tratamento endodôntico era realizada por uma técnica denominada Técnica Clássica^{3,65}; sendo que eram utilizados, manualmente, instrumentos seqüenciais de aço inoxidável, de calibres mais finos

para os mais calibrosos, no comprimento real de trabalho para confecção do batente apical. Porém, tal técnica proporcionava uma conformação final cilíndrica do canal radicular.

Na tentativa de busca de uma técnica mais eficiente (“Step Preparation” – preparação em degrau), Clem¹⁸, em 1969, e posteriormente outros autores^{16,46,61,68}, desenvolveram e utilizaram uma técnica na qual instrumentos de maior calibre atuavam no preparo dos terços cervical e médio do canal radicular, com o intuito de otimizar a desinfecção e o alargamento de forma mais cônica do mesmo.

O ideal de limpeza e modelagem do canal radicular introduzido por Schilder⁶⁰, em 1974; ainda hoje, é considerado como um dos princípios fundamentais no caminho e realização de um sucesso endodôntico. Em trabalho que se tornou clássico na literatura endodôntica, introduziu um novo conceito de preparo dos canais radiculares, preconizando o “Cleaning and Shaping the root canal”, ou seja, limpando e modelando o canal radicular a fim de que, o diâmetro do preparo em sua secção transversal, seja cada vez menor ao aproximar-se do ápice, desenvolvendo um afunilamento contínuo do acesso coroa-ápice. Ainda, segundo ele, a posição espacial original do canal radicular deveria ser mantida, assim como tão pequena quanto possível deve ser a abertura do forame.

Autores como Mullaney⁴⁶ e Marshall & Pappin⁴⁵, utilizaram técnicas de preparo do canal radicular, também iniciando na porção cervical seguindo gradualmente em direção apical, com o auxílio de fresas de Gates Glidden (“Crown-down pressureless preparation” – preparação no sentido

coroa/ápice sem pressão). Inicialmente, tais fresas eram inseridas no terço cervical e médio do canal radicular para melhor proporcionar um desgaste uniforme e eficiente dos mesmos, permitindo assim, um acesso mais retilíneo ao terço apical.

Dessa forma, várias foram as técnicas idealizadas e utilizadas para realização do preparo biomecânico com o passar do tempo, sendo estas, tanto no sentido cora-ápice e/ou vice-versa.

Até 1960, os instrumentos eram fabricados em aço carbono e não possuíam uma padronização de diâmetros, sendo que, cada fabricante preconizava o que julgasse adequado. Eram então, identificados pela numeração de 1 a 12, indicando apenas o aumento de diâmetro. Esses instrumentos possuíam a característica de serem passíveis de forte oxidação e corrosão em contato com os agentes químicos coadjuvantes do preparo biomecânico¹⁸. Em 1961, Ingle³¹ preconizou a fabricação dos instrumentos endodônticos em aço inoxidável, e, além disso, que fossem fabricados dentro de uma padronização que incluíssem um aumento de calibre racional.

Essa idéia foi acatada pela Associação Americana de Endodontia e colocada em prática pelos fabricantes, por meio da especificação nº28^{4,5} da ANSI/ADA e nº3630/1³² da ISO/FDI, ou seja, eles sempre eram fabricados dentro de medidas padronizadas que incluíam: numeração, cor do cabo de acordo com cada calibre da ponta ativa do instrumento, diâmetro e comprimento da parte ativa. Dentre as características observadas temos: cabo plástico colorido; haste metálica em aço inoxidável; parte ativa igual a 16 milímetros; diâmetro da ponta ativa, medido em centésimos de milímetro (D1) e diâmetro da base da ponta ativa,

medido em centésimo de milímetro (D2). A numeração desses instrumentos vai de 06 a 140 e corresponde aos diâmetros D1 e estão disponíveis em diferentes comprimentos, de acordo com as recomendações internacionais: 21, 25, 28 e 31 milímetros. Dentre estes instrumentos, as limas tipo K, são construídas a partir de hastes metálicas triangulares ou quadrangulares que retorcidas sobre seu longo eixo proporciona as espirais de passo curto. Dentre os fabricantes atuais desses instrumentos, podemos citar: Sybron Endo Dental Specialties; Dentsply /Maillefer; Moyco Union Broach; Kerr; Mani, entre outros. Funcionam não somente como alargadores, mas também limam as paredes ao serem tracionados com pressão de encontro às mesmas. Não oxidam, possuem boa resistência à fratura e são passíveis de pré-curvamento.

O avanço técnico possibilitou a produção de novos instrumentos com um aço de nova têmpera, tornando-os mais flexíveis, com bordas mais cortantes e mais resistentes à fratura, constituindo os chamados instrumentos da “nova geração”. São fabricados por torção ou por microusinagem. Dentre eles, destaca-se as limas Flexofile (*Les Fils d'August Maillefer SA, Suíça*). Caracterizam-se por serem instrumentos manuais, com parte ativa e cinemática de emprego semelhante à lima tipo K comum, além de também serem passíveis de pré-curvamento; possuem um maior número de espirais por unidade de comprimento, o que lhes conferem uma maior flexibilidade, favorecendo seu uso nas curvaturas radiculares, diminuindo a possibilidade de desvios da conformação original do canal radicular³⁷.

Porém, assim como as limas tipo K convencionais, esses novos instrumentos ainda possuem limitações físicas e mecânicas, inerentes ao tipo de liga metálica ao qual são confeccionados; sendo talvez o aumento da sua rigidez, proporcional ao aumento do seu calibre, a maior delas.

Devido a isso, em 1988, os autores Walia et al.⁶⁴ idealizaram e desenvolveram uma nova liga metálica de níquel e titânio, sendo esta utilizada na fabricação de novos instrumentos manuais. Diferentemente das limas de aço inoxidável, que são fabricadas pelo método de torção, o método de fabricação exigido pela liga de NiTi é a usinagem.

No que tange à estrutura cristalográfica dos instrumentos de NiTi, em repouso e à temperatura ambiente, são austeníticos, ou seja, possuem átomos de estrutura cúbica. Quando, de outra parte, a liga de NiTi é resfriada ou submetida ao estresse, como no preparo dos canais radiculares curvos, a austenita se transforma, dando origem à fase martensítica do metal. Nessa fase, os átomos apresentam estrutura complexa e dão à liga a superelasticidade. Cessando-se o estresse ou elevando-se a temperatura, o metal volta a apresentar estrutura austenítica. Essa capacidade do metal de se transformar reversivelmente é chamada de “efeito memória de forma”, que, na prática, se traduz pela capacidade do instrumento de assumir a sua forma inicial tão logo cesse a força que causou a sua deformação^{9,28}.

Infelizmente, cada uma dessas transformações de fases cristalográficas fragiliza o instrumento, diminuindo a sua resistência à fratura e podendo levar à ruptura inesperada do mesmo, chamada de fratura flexional. Ela

se caracteriza por ser causada por uma falha na estrutura interna da liga metálica e, por conseguinte, não é acompanhada por deformação na sua estrutura externa⁴⁴.

Outro tipo de fratura que pode ocorrer com os instrumentos endodônticos de NiTi é a torsional, causada por um travamento de algum ponto da sua estrutura no interior do canal radicular e consumada pelo fato de que sua haste continua a girar em movimento de rotação contínua. Esse tipo de fratura sempre é acompanhado pela produção de defeitos na superfície externa do instrumento^{42,55}.

Dentre as marcas conhecidas, temos: Nitinol (Quality Dental Products – EUA); Nitiflex (Maillefer/Dentsply – Suíça); NiTi K File (NiTi Corp. – Chattanooga – EUA); Profile Série 29 (maunal) – (Tulsa Dental Products – EUA), entre outros.

Com o objetivo de minimizar as forças que levam à deformação e à fratura dos instrumentos rotatórios de NiTi, assim como de melhorar suas propriedades proporcionando uma instrumentação ativa em todas as paredes do canal radicular, diversos fabricantes vêm tentando desenvolver novos sistemas, com desenhos de parte ativa projetados cuidadosamente para que o propósito seja alcançado.

Surgiram então, novos sistemas para instrumentação de canais radiculares, deixando de lado a instrumentação manual, marcando uma nova era no conceito e filosofia do preparo biomecânico. São os chamados instrumentos rotatórios; sendo que, estes apresentam na base de sua haste, um tipo de encaixe para que os mesmos possam ser usados em peça de mão de baixa rotação, sendo assim, acionados por motores elétricos a uma velocidade constante (girando a

360° no sentido horário no interior do canal radicular); o que é muito importante, pois as variações de tensão decorrentes da variação de velocidade poderiam tornar a liga susceptível à fratura. Dessa forma, eliminaram-se as interferências que poderiam ocorrer com a utilização de micro-motores movidos a ar comprimido.

Dentre os motores elétricos utilizados, temos: Endo Plus (Driller); TCM Endo (Nouvag); ATR Tecnika (Dentsply/Maillefer); Endo Mate (NSK); Easy Endo (Easy Endo System); Master Rotatory (J. Morita); TR- ZX (J. Morita); X-Smart (Dentsply), entre outros. Algumas das características desses motores são: controle de velocidade; controle de torque; auto-reverso, ajuste controlado para cada instrumento, de acordo com diâmetro de ponta do instrumento e conicidade.

Esses novos instrumentos rotatórios em níquel-titânio não seguem a standardização preconizada pela ISO³². Sendo assim, diferentemente dos instrumentos manuais standardizados em aço inoxidável e também os de níquel-titânio, apresentam características inerentes a cada sistema e fabricante tais como: disponibilizam uma variação do aumento de conicidade por milímetro de comprimento de sua parte ativa; podem diferir com relação ao tamanho da parte ativa de um instrumento para outro; cada instrumento pode ser identificado por diferirem nas cores de seus respectivos cabos; presença de áreas de escape diferentes para os detritos provenientes da instrumentação; presença ou não de ponta ativa; diferentes secções transversais; lâmina de corte sob forma de “guia radial”, entre outras. Com essa nova apresentação, e devido ao seu “design”, esses instrumentos irão promover a limpeza, remoção do conteúdo séptico-tóxico, restos

orgânicos e raspas de dentina para a câmara pulpar e, simultaneamente, irão determinar o escalonamento e alargamento dos terços cervical, médio e apical do canal radicular. Os instrumentos fabricados são oferecidos por meio de diversas indústrias: Dentisply/Maillerfer, Micro-Mega, Tulsa, FKG Dentaire, Moyco Union Broach, SDS Kerr, LigthSpeed, entre outras.

Sendo assim, a necessidade de simplificação dos procedimentos endodônticos para especialistas e clínicos, foi o que norteou a investigação e o desenvolvimento tecnológico nas últimas décadas, na tentativa de trazer à Endodontia, novos meios para obtenção de melhores resultados e, conseqüentemente, maior sucesso no tratamento endodôntico.

Com isso, fazem-se necessários os estudos que comparam os diferentes instrumentos e sistemas rotatórios existentes; assim como a criação de novas técnicas, métodos e instrumentos na tentativa de encontrar àqueles que melhor atuem nas paredes do canal radicular, a fim de remodelá-las em toda sua extensão, sem que ocorram desvios e/ou deformações na sua forma original, além de quaisquer iatrogenias que possam acontecer em detrimento da técnica utilizada.

Neste estudo, foi realizada uma avaliação radiográfica, assim como por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), dos desvios apicais ocorridos em canais radiculares curvos, de dentes humanos recém-extraídos, frente à atuação de três diferentes sistemas rotatórios acionados a motor recentemente lançados no mercado endodôntico, sendo eles: Hero Apical Clássico (Micro Mega); LightSpeed LSX (LightSpeed Technology Inc.) e S-Apex (FKG Dentaire). Esses sistemas foram idealizados e desenvolvidos para atuar apenas no

terço apical do canal radicular. Sendo assim, as técnicas “crown-down” empregadas durante a instrumentação dos terços cervical e médio do canal radicular, foram àquelas indicadas especificamente pelo fabricante de cada sistema testado. Os resultados foram comparados com os desvios ocorridos por meio de uma técnica na qual se utilizou a instrumentação manual dos canais radiculares realizada pela técnica “crown-down” com limas tipo Flexofile (Dentsply/Maillefer), auxiliada pelos instrumentos tipo Hedströen (Dentsply/Maillefer).

2 Revisão da Literatura

2.1 Instrumentos Hero Apical Clássico

Com relação aos instrumentos rotatórios fabricados em liga de níquel-titânio, acionados a motor, pertencentes ao Sistema Hero Apical Modelo Clássico (Micro Mega), não foi encontrado nenhum artigo científico correspondente até a data atual.

2.2 Instrumentos Lightspeed LSX

Em 2007, Iqbal et al.³³, compararam os instrumentos LigthSpeed LS1 e LigthSpeed LSX, e avaliaram, em canais simulados, tanto o desvio apical e o comprimento de trabalho promovidos por estes dois instrumentos. Foram utilizados trinta blocos de resina, com canais simulados, para cada Sistema rotatório em questão. Foram utilizados radiografia digital e programa AutoCad 2007 para determinar o centro axial dos instrumentos com calibre 20, 35, 50 e 70 (ISO). Através da sobreposição da imagem do centro axial com base padrão um instrumento 20, o grau de transporte apical foi mensurado a 0, 1 e 3mm do comprimento de trabalho. Caso houvesse distância entre a ponta do instrumento e o comprimento de trabalho, indicaria a perda do controle desta medida durante

instrumentação. O teste de ANOVA não demonstrou significância entre os grupos em relação aos desvios apicais e/ou diferença nos comprimentos de trabalho. Não houve fratura de instrumentos. Os resultados indicaram quem o novo “design” do instrumento LigthSpeed LSX mantém a mesma efetividade com relação ao transporte apical quando comparado ao instrumento LigthSpeed LS1.

2.3 Instrumentos S-Apex

Com relação aos instrumentos rotatórios fabricados em liga de níquel-titânio, acionados a motor, pertencentes ao Sistema S-Apex (FKG - Swiss Dental Products), não foi encontrado nenhum artigo científico correspondente até a data atual.

2.4 Instrumentos Flexofile

Zmener et al.⁷⁰, em 1992, avaliaram e compararam, em Microscopia Eletrônica de Varredura, o efeito do uso de quatro diferentes instrumentos endodônticos (Tri-files, Flex-R, Flexofile e Tipo K convencional), em 80 dentes humanos unirradiculares. Todos os instrumentos foram utilizados com movimentos lineares, circunferencialmente, iniciando pelo instrumento número 15, sendo o batente apical realizado com instrumento número 30. A efetividade de corte dos instrumentos testados foi, qualitativamente, avaliada nos termos de conservação da constrição apical, assim como, presença ou ausência

de desvios e degraus, especialmente no terço apical. Os melhores resultados foram encontrados com os instrumentos Tri-file e Flex-R, sendo que, contrariamente, o uso de Flexofile e instrumentos do tipo K convencional, resultaram em formação de degraus e desvios.

Roig-Cayon et al.⁵³, em 1994, avaliaram e compararam, através da técnica de instrumentação “step back”, os instrumentos Heliapical, Flexofiles, juntamente com instrumentos do sistema Canal Master U (de acordo com sua técnica). Os resultados foram avaliados pelo método de Bramante, indicando que, os canais preparados com o sistema Canal Master U sofreram menor desvio em comparação com àqueles preparados com instrumentos Heliapical e Flexofile.

Brau-Aguade et al.¹², em 1996, avaliaram in vitro, a capacidade de corte de diferentes instrumentos tipo K (com secção transversal triangular), fabricados em níquel-titânio (Nitiflex, Naviflex), titânio (Microtitane) e com aço inoxidável (Flexofile, Flex-R). Nesse estudo, dez instrumentos de cada tipo com diâmetros de 25-40 foram testados. A eficiência de corte foi avaliada por meio de um compasso de calibre, medindo a profundidade dos sulcos. A carga aplicada (em gramas), é igual a determinada pela ISO, sendo que, cada instrumento sofreu 100 movimentos de vai-vem. Os resultados demonstraram que os instrumentos de aço inoxidável foram mais efetivos, particularmente os Flexofile, havendo diferença estatística significativa entre este e os instrumentos Flex-R. No grupo dos instrumentos de níquel-titânio, Nitiflex obteve melhores resultados, enquanto

que os instrumentos de titânio obtiveram maior capacidade de corte que Naviflex, porém menor que Nitiflex e os de aço inoxidável.

Pesce et al.⁵⁰, em 1997, realizaram um estudo no qual o objetivo foi averiguar a ocorrência de desvio apical e a conicidade do preparo resultante do emprego de técnica de instrumentação seriada em raízes mésio-vestibulares de molares superiores variando-se o tipo de instrumento (limas tipo K e Flexofile). Utilizaram-se 100 raízes mésio-vestibulares de molares superiores portadores de curvatura, as quais, ao exame radiográfico, não denotaram calcificação ou reabsorção e, quando da escolha do primeiro instrumento, a lima de número 15 mostrava-se justa no interior do canal radicular. O preparo do canal radicular foi efetuado segundo a técnica seriada e decorreu em presença do creme de Endo PTC^I neutralizado por solução de hipoclorito de sódio a 1% e irrigação-aspiração finais com associação Tergensol - Furacin e cânulas metálicas acopladas a bomba de sucção, seguindo-se secagem final com cones de papel absorvente. Após o preparo, as raízes foram diafanizadas e submetidas a exame macroscópico com auxílio de lupa de 8 graus positivos. Dos resultados, consta que a lima Flexofile propiciou menor ocorrência de desvio apical, bem como melhor qualidade de preparos cônicos contínuos.

Em 1997, Roig-Cayon et al.⁵⁴, avaliaram seis diferentes tipos de instrumentos endodônticos: Flexofile, Canal Master U, Heliapical, Flexogate, Ultraflex, e Lightspeed. Nesse estudo, foram utilizados 240 canais mesiais de molares inferiores humanos recém-extraídos (divididas em 6 grupos); sendo que,

após a instrumentação, as raízes foram seccionadas transversalmente a 2, 5 e 9 milímetros do ápice dental, na tentativa de determinar a qualidade de preparo dos canais radiculares (arredondado, oval, irregular). Os melhores resultados foram obtidos com os instrumentos de níquel-titânio. Os instrumentos Canal Master U, Flexogate e Lightspeed realizaram canais mais arredondados em comparação com àqueles instrumentados por Flexofile, Heliapical e Ultraflex, em todos os níveis estudados.

Lopes et al.⁴⁰, em 1998, realizaram um estudo cuja proposta foi de avaliar a ocorrência de desvio apical após preparo do canal radicular com uma técnica utilizando somente instrumentos Flexofile ou associá-los e intercalá-los com instrumentos Flexofile Golden Medium. De acordo com o método de Schneider, o raio de curvatura de cada canal radicular foi determinado antes e após a instrumentação. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística significativa entre as duas técnicas, sendo que, a correlação entre o grau e o raio de curvatura do canal radicular não foi consistente, pois não houve interação entre o raio original de curvatura e o desvio apical. No entanto, a determinação da curvatura radicular por meio do uso do seu raio, tem sido demonstrado como um método eficaz.

Lamarão et al.³⁶, em 1998, avaliaram, após o preparo químico-cirúrgico, a modificação do ângulo de curvatura de canais radiculares simulados, confeccionados em blocos de resina epóxica com curvaturas de 35 graus, instrumentados acorde técnica seriada, usando-se limas tipo *K* e *Flexofile* pré-

curvadas e retas e limas *Nitiflex*. Os resultados mostraram que a menor alteração da curvatura foi provocada pela lima *Flexofile* pré-curvada, seguida da lima *Nitiflex* e da lima tipo *K* pré-curvada. Os canais instrumentados com lima tipo *K* e *Flexofile* retas mostraram as maiores deformações angulares. A pré-curvatura influencia na deformação dos canais, uma vez que houve diferenças estatísticas significantes entre os valores obtidos pelas limas *Flexofile* e tipo *K* pré-curvada ou não.

Bonetti Filho et al.¹⁰, em 1998, realizaram uma análise morfométrica dos instrumentos tipo K, Sureflex NiTi e Flexofile; sendo estes avaliados de acordo com o estado em que se encontravam após fabricados (sem uso), e logo após serem utilizados por 1, 3 e 5 vezes em canais radiculares de pré-molares superiores. A avaliação foi realizada por meio de um estereomicroscópio com aumento de 40 vezes, sendo então fotografados. As deformações anotadas após a instrumentação foram submetidas a análise estatística e, concluiu-se que os instrumentos de aço inoxidável de pequeno diâmetro de ponta deveriam ser descartados após o primeiro uso. Por outro lado, instrumentos como tipo K 30 poderiam ser usados pelo menos 3 vezes; e Flexofile 30 por pelo menos 5 vezes. Os instrumentos Sureflex NiTi não apresentaram anormalidades significantes após 5 vezes de uso; quando então devem ser descartados.

Em 1999, Heck, Garcia²⁸ realizou um estudo no qual foram utilizadas 40 raízes méso-vestibulares de molares superiores extraídos de humanos, para avaliar, radiograficamente, o desvio do canal no terço apical, após

a instrumentação manual convencional realizada com limas Flexofile, Flex-R e Onyx-R e instrumentação mecânico-rotatória com o Sistema Profile série 29% e conicidade 0,04 mm. Uma plataforma foi confeccionada para possibilitar tomadas radiográficas pré e pós-operatórias na mesma posição. Quanto ao desvio apical, medido em milímetros, diferenças estatisticamente significativas ocorreram entre as médias dos desvios das limas Onyx-R (desvio médio 0,0175 mm) e Flexofile (desvio médio 0,215mm). Em relação aos demais grupos não foram observadas diferenças estatísticas.

Pallotta et al.⁴⁸, em 1999, avaliaram o poder de corte das limas de níquel-titânio (Nitiflex) e compará-lo com o das limas de aço inoxidável (Flexofile). Metodologia: foram utilizados dentes naturais instrumentados com o auxílio de um aparelho que permitia transmitir ao instrumento constantes movimentos de vai-e-vem com o tempo, velocidade, frequências e tensão controladas. As amostras eram pesadas antes e após o preparo, obtendo desta maneira as respectivas diferenças de peso dos corpos de prova. Resultados e conclusões: a partir dos resultados e de sua análise estatística, os autores verificaram que o poder de corte das limas de níquel-titânio é significativamente menor em relação as tipo Flexofile para as limas de calibre 25, 35 ($p>0,05$) e 30 ($p>0,001$) e não significante para os demais calibres (AU).

Em 1999, Pesce et al.⁵¹, compararam, in vitro, a eficiência do preparo manual de canais radiculares. Para tal, utilizaram as limas Nitiflex e Flexofile, através da técnica de preparo cérvico-apical. Foram utilizadas quarenta raízes méso-vestibulares de molares superiores humanos extraídos. Os canais

radiculares, uma vez preparados, foram moldados com material de impressão à base de silicone, e examinaram-se os modelos obtidos quanto à presença ou não de desvio apical, conicidade e superfície de preparo. Os resultados obtidos não exibiram diferenças estatisticamente significantes entre os dois tipos de instrumentos testados

Kamei et al.³⁴, em 2000, avaliaram a flexibilidade de dois tipos de limas: tipo K e Flexofile® de diferentes números, submetidas ou não a um tratamento térmico recristalizador. Para tanto, utilizaram-se 144 limas que foram submetidas ao ensaio de flexão em um troptômetro e uma célula de carga. Os resultados evidenciaram que o tratamento térmico recristalizador foi capaz de provocar a redução na resistência à flexão das limas tipo K de 56,78 a 82,06%. Nas limas Flexofile®, a diminuição da resistência à flexão foi da ordem de 1,94 a 50,60%, quando comparadas com as Flexofile® não tratadas. Concluiu-se que o tratamento térmico recristalizador, como o proposto, reduz a resistência à flexão das limas tipo K de forma significativa, e das limas tipo Flexofile® de maneira pouco sensível.

Gluskin et al.²⁴, em 2001, compararam os efeitos do preparo biomecânico realizado com instrumentos de aço inoxidável Flexofile e fresas de Gates Glidden em relação ao preparo com instrumentos de níquel-titânio rotatórios GT em canais mesiais de molares inferiores. Foram utilizados 54 canais de 27 raízes mesiais, sendo que, um canal de cada raiz foi preparado de acordo com cada técnica “crown-down” (por meio de instrumentos Flexofile e fresas Gates Glidden; e com instrumentos GT, de acordo com o fabricante). Tornaram-se

viáveis 50 canais para o estudo, através das imagens pós-operatórias sobrepostas às imagens pré-operatórias. Foram analisadas alterações na área do canal radicular, desvios, e remanescente estrutura dentinária. O tempo gasto por cada método de instrumentação também foi anotado. Conclui-se que os instrumentos rotatórios, além de promoverem um preparo bimecânico em menor tempo ($P < 0,0001$), também proporcionaram menor desvio e maior conservação da estrutura dentinária ($P < 0,05$) com relação à técnica na qual foram utilizados os instrumentos Flexofile e fresas de Gates Glidden.

Em 2002, Wei et al.⁶⁶, avaliaram os efeitos da instrumentação de canais radiculares curvos com três diferentes instrumentos de níquel-titânio (Lightspeed, Profile e Quantec SC), acionados a motor, comparando-os com os instrumentos de aço inoxidável Flexofile. Foram utilizados 64 canais radiculares de molares inferiores, sendo que, foram instrumentados até o número 30. A área de dentina removida, espessura dentinária remanescente e desvio do centro do canal radicular foram medidos. Flexofile resultou em maior remoção dentinária, assim como maior transporte do centro do canal radicular em comparação com Lightspeed e Profile ($p < 0,05$) nos terços médio e apical. No terço médio, Flexofile proporcionou uma fina espessura dentinária (distal), e 87% dos canais sofreram desvio para distal.

Schafer et al.⁵⁷, em 2002, compararam a eficácia de corte dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio FlexMaster com os instrumentos de aço inoxidável Flexofile. Canais simulados com 28 e 35 graus de curvatura foram

confeccionados e preparados com instrumentos FlexMaster, com velocidade de 250 rpm, com a técnica “crown-down”; assim como com os instrumentos Flexofile com movimentos de limagem e alargamento (foram utilizados 24 canais em cada caso). Todos os canais foram preparados com batente apical número 35, e as imagens pré e pós-operatórias foram gravadas e analisadas por programa de computador. Os resultados demonstraram melhor geometria do canal e menor transporte da forma original, quando este foi instrumentado com FlexMaster.

Duarte Lima et al.²⁰, em 2002, avaliaram a instrumentação de canais radiculares: técnica manual *versus* técnica rotatória. Foi selecionada uma amostra, composta por 30 elementos dentários humanos extraídos (pré-molares inferiores), cujas coroas se encontravam íntegras, restauradas ou com pouca destruição, preferencialmente, apresentando raízes com curvaturas. Foram submetidos à hidratação em solução fisiológica, nela permanecendo por um prazo não inferior a 96 horas. Uma vez os dentes assim preparados, procederam-se às montagens destes em blocos de resina (JET- incolor) e realizou-se o preparo das cavidades de acesso, utilizando-se, para esse fim, caneta de alta rotação e pontas diamantadas (KG-SORENSEN), de números 13, 14 e 15, de acordo com o diâmetro da coroa do dente e de sua câmara pulpar, observadas em radiografias prévias, realizadas após a confecção dos blocos de resina. Posteriormente foi utilizada a broca ENDO-Z (Maillefer), para obtenção de forma de conveniência adequada. Os dentes tiveram suas câmaras pulpares irrigadas com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (Bio Dinâmica), permanecendo esta, repleta com a solução, quando se procedeu ao esvaziamento e a odontometria do canal radicular,

com auxílio do instrumento 15 (Maillefer). Uma vez introduzido o instrumento no canal, cada bloco foi colocado sobre uma película radiográfica e radiografado, para determinar o comprimento de trabalho, estabelecido em 1mm aquém do ápice radicular. O primeiro grupo foi instrumentado, utilizando as limas, Flexofile (Maillefer) de uso manual; o segundo grupo foi instrumentado por limas Ni-Ti (Maillefer - kit BEN-JOHNSON), acionadas a motor. Após a confecção dos preparos dos canais radiculares, os dentes foram submetidos à tomada radiográfica final. Para o processamento das películas radiográficas, revelador e fixador (KODAK) novos foram utilizados, com um tempo de 30 segundos na solução reveladora, 20 segundos em água e 2 minutos na solução fixadora, previamente estabelecidos em radiografias-teste que permitiram a correta visualização da imagem. Para avaliação do desvio, as radiografias iniciais e finais foram colocadas em molduras para slides e projetadas superpostas em papel fixado na parede, tendo seu desvio desenhado. Em relação à formação de desvio apical, os resultados denotaram maior índice quando do emprego das limas Flexofile, usadas manualmente, totalizando aproximadamente 53,30% dos casos.

Em 2003, de Lima Machado et al.³⁸, realizaram estudo cujo objetivo foi avaliar a capacidade de três diferentes instrumentos, limas Flex R, Flexofile, e Sistema Pow R, de causar deformações e desvios ao nível apical em canais simulados. Foram empregados 21 canais simulados em resina transparente (Endo-BlockMaillefer -Baillaigues, Swiss) com curvatura de 30 graus. Todos foram previamente preparados com brocas Gates-Glidden 1 e 2 (Dentsply - Maillefer Ballaigues, Swiss) até seu terço médio acorde Machado (1993). Feito

isto, os canais foram separados em três grupos, a saber: Grupo 1: instrumentados com lima Flex R (15-40)- (Moyco - Union Broach -York, PA); Grupo 2: instrumentados com lima Flexofile (15-40) - (Dentsply - Maillefer Baïlaigues, Swiss); Grupo 3: instrumentados com Sistema Pow-R (15-40) - (Moyco - Union Broach -York, PA). Durante a instrumentação utilizou-se Endo-PTC associado a hipoclorito de sódio a 1%. Posteriormente, captaram-se as imagens do terço apical por meio de microscopia ótica utilizando magnificação de 2.5 (640X480) transportando-as para o computador (Videocap). Sobre tal imagem, delimitou-se a área a ser analisada (Programa ImageLab). De acordo com os dados obtidos a partir da análise computadorizada, observou-se que a área final da porção apical dos canais preparados com instrumento Pow-R foi menor em relação aos Flex-R e Flexofile. A diferença entre as áreas de instrumentação promovidas pelas limas Flex-R e Flexofile não se apresentou tão acentuada.

Schafer et al.⁵⁸, em 2003, compararam a eficácia de corte dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio K3 com os instrumentos de aço inoxidável Flexofile. Canais simulados com 28 e 35 graus de curvatura foram confeccionados e preparados com instrumentos K3, com velocidade de 250 rpm, com a técnica “crown-down”; assim como com os instrumentos Flexofile com movimentos de limagem e alargamento (foram utilizados 24 canais em cada caso). Todos os canais foram preparados com batente apical número 35, e as imagens pré e pós-operatórias foram gravadas e analisadas por programa de computador. Os resultados demonstraram melhor geometria do canal e menor transporte da forma original, quando este foi instrumentado com K3.

Em 2003, Wei et al.⁶⁷, avaliaram o efeito da instrumentação rotatória dos canais radiculares na redução da dor pós-operatória. Foram utilizados 95 molares com polpa vital e/ou envolvimento periapical, divididos em dois grupos (Profile e instrumentos manuais Flexofile). A incidência e o grau de dor pós-operatória nos dois grupos foi relatada. Como resultados, no grupo Profile, a incidência de dor pós-operatória foi de 27,7%, enquanto que no grupo com instrumentos Flexofile, a percentagem foi de 62,5% ($p<0,01$).

Zmener et al.⁷¹, em 2005, compararam in vitro, a limpeza das paredes dos canais radiculares com forma ovalada comparando a instrumentação manual com a automatizada. Foram utilizados 45 dentes pré-molares com canais atrésicos e ovalados (superiores e inferiores), divididos em 3 grupos (Anatomic endodontic Technology – AET, Profile e Flexofile). A irrigação foi alternada com NaOCl 5,25% e EDTA 17%, seguido de irrigação com solução salina. As raízes foram cortadas longitudinalmente em duas metades e os canais foram examinados com aumento de 200 e 400 vezes em Microscopia Eletrônica de Varredura. A presença de *debris* e *smear layer* foi anotada nas distâncias de 1, 5 e 10 milímetros do comprimento de trabalho utilizando uma escala de escores, através de análise de significância ($p<0,05$) entre e dentro os grupos, por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e teste de Dunn. Os resultados demonstraram que com a utilização do AET, houve uma menor superfície com *debris* e *smear layer*, comparado com os canais preparados com Profile e Flexofile; sendo que, nos três grupos ocorreu uma diminuição significativa ($p<0,05$) de *smear layer* e *debris*, aos níveis de 5 e 10 milímetros, comparado com o nível de 1 milímetro. Concluiu-

se que não houve limpeza completa das paredes dos canais radiculares com nenhuma técnica utilizada.

Em 2006, Alam et al.², realizaram em estudo comparando duas técnicas para instrumentação dos canais radiculares. As técnicas utilizadas foram: “crown-down” para os instrumentos FlexMaster e convencional (“step-back”) para os instrumentos Flexofile, sendo que a solução irrigadora foi o hipoclorito de sódio 5,25%, alternado com EDTA 17% a cada troca de instrumento. O tempo de uso para cada técnica, assim como possíveis fraturas dos instrumentos também foram avaliadas. Após o preparo, todas as raízes foram seccionadas longitudinalmente por meio de brocas diamantadas e examinadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). A região apical foi qualificada com relação aos *debris* e *smear layer* presentes, baseado em um escore numérico (escala). Os dados estabelecidos para este escore, assim como o tempo gasto para os preparos realizados em cada canal foram analisados estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U. Não foi encontrada uma limpeza completa do canal radicular em nenhuma das técnicas estudadas, embora tenha sido encontrado menor número de *debris* com os instrumentos Flexofile ($p < 0,05$); assim como não houve manutenção da conformação original do canal radicular. Houve fratura de apenas um instrumento Flexmaster 30, sendo que o tempo gasto para a execução da técnica com os instrumentos rotatórios foi significativamente menor ($p < 0,01$) em comparação com a técnica manual.

Em 2006, [Chuste-Guillot et al.¹⁷](#), realizaram um estudo in vitro, comparando a redução bacteriana de canais radiculares após instrumentação com três diferentes instrumentos rotatórios acionados a motor (GT Files, Hero 642 e Profile) em comparação com os instrumentos de aço inoxidável tipo Flexofile. Foram avaliados 64 dentes humanos unirradiculares (divididos em 4 grupos) infectados com uma suspensão de *S. sanguis*, mensurados por meio de densidade ótica. As amostras bacterianas foram avaliadas antes (S1), durante (S2-S3) e após o preparo biomecânico (S4). Todas as técnicas demonstraram capacidade de redução significativa no número de microrganismos nos canais radiculares ($p < 0,05$); sendo que não houve diferença significativa entre os instrumentos rotatórios de níquel-titânio e os manuais de aço inoxidável em S2, S3 ou S4, indicando que a instrumentação manual é tão eficiente quanto a rotatória.

Peru et al.⁴⁹, em 2006, avaliaram os canais radiculares instrumentados por estudantes utilizando: “double-flare technique” (com instrumentos Flexofile), instrumentos rotatórios GT e instrumentos Pro Taper, analisados por Tomografia Micro-Computadorizada (TMC). Cada grupo de instrumentos foi responsável pela realização de 12 preparos, em 36 canais radiculares de raízes mesiais de molares inferiores; sendo que, a TCM foi realizada antes e após cada preparo. Nos terços cervical e médio, o sistema GT e Pro Taper produziram um menor alargamento do canal radicular (área de secção transversal, volume e perímetro), em comparação com a “double-flare technique” ($p < 0,05$). No terço médio houve significativamente menor espessura dentinária concernente a região de furca com o sistema GT e ProTaper ($p < 0,05$). Os sistemas

rotatórios foram 3 vezes mais rápidos em comparação com a técnica manual ($p < 0,05$). A avaliação qualitativa demonstrou que os Sistemas GT e Pro Taper realizaram um preparo com pouco ou nenhum erro operatório, mesmo tratando-se de estudantes na realização dos preparos.

Em 2006, Loizides et al.³⁹, compararam o transporte da forma original dos canais radiculares, através das técnicas: “crown-down” utilizando instrumentos de níquel-titânio acionados a motor Profile, e da técnica “step-back” utilizando instrumento de aço inoxidável Flexofile. Foram utilizados trinta canais simulados confeccionados com blocos de resina acrílica, divididos em dois grupos. Antes e após a instrumentação os blocos de resina foram escaneados, ocorrendo então, a sobreposição de imagens. O transporte foi calculado pelo teste de Student. Os resultados demonstraram diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$) entre os dois grupos a 1,2,4,5 e 6 milímetros do forame apical, concluindo-se que o sistema Profile proporciona menor desvio a 1 e 2 milímetros do ápice dental, enquanto que, a 3 milímetros do ápice, ambas as técnicas demonstraram o mesmo resultado.

A falta de achados na literatura específica com relação a esses novos Sistemas, somada a grande difusão comercial estabelecida no meio endodôntico, levou-nos a realização deste estudo.

3 Proposição

Avaliar radiográfica e microscopicamente (MEV - Microscopia Eletrônica de Varredura), o preparo apical promovido por três diferentes técnicas para preparo biomecânico dos canais radiculares, empregando Sistemas Rotatórios, e comparando-as com uma técnica de instrumentação manual.

São elas:

- Hero Apical modelo Clássico (Micro Mega).
- Lightspeed LSX (Lightspeed Technology Inc.).
- S-Apex (FKG - Swiss Dental Products).
- Instrumentos tipo K-Flexofile (Dentsply/Maillefer).

4 Material e Método

4.1 Material

4.1.1 – Instrumentos rotatórios de níquel-titânio

4.1.1.1– S-Apex (FKG - Swiss Dental Products).

4.1.1.2–Pré-Race (FKG - Swiss Dental Products).

4.1.1.3–Lightspeed LSX (Lightspeed Technology Inc.).

4.1.1.4–Hero Apical Clássico (Micro Mega).

4.1.1.5–Hero Shaper (Micro Mega).

4.1.2 – Instrumentos manuais de aço inoxidável

4.1.2.1 – Flexofile (Dentsply/Maillefer).

4.1.2.2 – Tipo K (Dentsply/Maillefer).

4.1.2.3 – Hedströen (Dentsply/Maillefer).

4.1.3 – Brocas e fresas

4.1.3.1 – Broca tronco-cônica diamantada de ponta inativa nº 3081 (KG Sorensen)

4.1.3.2 – Fresas de Gates Glidden (Kerr)

4.1.4 – Motor elétrico: Easy Endo System (Easy Equipamentos Odontológicos; Belo Horizonte/MG).

4.1.5 – Dentes: molares inferiores humanos recém extraídos (Banco de dentes humanos – FOAr-UNESP).

4.1.6 – Microscópio Eletrônico de Varredura (JEOL, JSM – T330A, Japão);
(Instituto de Química – UNESP-Araraquara).

4.2 Método

4.2.1 Seleção e preparo dos dentes

O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (sob protocolo nº 19/06).

Para esse estudo, foram utilizados quarenta dentes molares inferiores, recém extraídos, obtidos por meio do banco de dentes humanos (Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP). Destes, foram selecionadas apenas as raízes mesiais, as quais deveriam apresentar curvatura e conformação semelhantes, diagnosticados através de exame radiográfico prévio, por meio de um instrumento tipo K nº 10 (Dentsply/Maillefer) no interior dos canais méso-vestibulares (que foram os canais de eleição para este estudo), com o intuito de serem analisados os possíveis ângulos e desvios, assim como deformações e/ou obstruções que possam ocorrer no interior dos referidos canais radiculares. Além disso, este instrumento foi utilizado para verificar o diâmetro foraminal, sendo que, foram descartados os dentes cujo canal méso-vestibular possuísse valores maiores que 0,10 milímetros.

Após a remoção de possíveis cáries, cálculos dentais e/ou restos de tecido periodontal que poderiam estar em contato com as raízes, os dentes

foram armazenados em solução salina estéril e conservados em estufa (temperatura ambiente), até o início do preparo biomecânico.

Na seqüência, deu-se a remoção da coroa dental somada a irrigação dos canais radiculares selecionados com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%¹. Novamente então, um instrumento tipo K nº 10 foi utilizado para averiguar o comprimento real do canal radicular (ajustando este instrumento ao limite do forame apical). Desta forma, foi estabelecido o comprimento real de trabalho (igual ao comprimento real do canal radicular menos 1,0 mm, para todos os grupos experimentais).

4.2.2 Determinação dos Grupos experimentais:

Os dentes selecionados foram divididos, aleatoriamente, em quatro grupos experimentais. Em um dos grupos foi utilizada uma técnica manual de instrumentação dos canais radiculares (por meio de instrumentos fabricados com uma liga de aço inoxidável); sendo que, nos demais grupos, foram utilizadas três técnicas de diferentes sistemas rotatórios (que utilizam instrumentos endodônticos confeccionados a partir de uma liga de níquel e titânio, acionados a motor elétrico), de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Distribuição dos grupos em função dos instrumentos e seus fabricantes

¹ Instituto de Química de Araraquara - UNESP

Grupos/Técnica	Instrumentos	Número raízes	Fabricante
I (Rotatório)	Hero Apical Clássico	10	Micro Mega
II (Rotatório)	Light Speed LSX	10	Lightspeed Tec. Inc.
III (Rotatório)	S-Apex	10	FKG Dentaire
IV (Manual)	Flexofile	10	Dentsply/Maillefer

4.2.3 Seqüência técnica de instrumentação dos canais radiculares

Com o intuito de padronizar os grupos estudados, durante a realização das técnicas manual e mecânica rotatória, os dentes foram envoltos em gaze (presa por fita adesiva) e fixados em uma morça.

Utilizou-se um motor elétrico da marca Easy Endo^{*}, com um contra-ângulo de 1:1 acoplado, na realização das técnicas rotatórias; sendo que, a velocidade empregada, durante a realização de cada técnica, foi a indicada por cada fabricante.

Os instrumentos rotatórios de níquel e titânio foram utilizados, cada um, por 10 segundos no interior dos canais radiculares, sendo somente um operador responsável pela instrumentação em todos os grupos de estudo.

Os canais radiculares foram instrumentados sob irrigação constante de hipoclorito de sódio 2,5% (5mL a cada troca de instrumento), por meio de uma seringa tipo Luer com agulha gauge 30.

Ao término do preparo biomecânico, foi realizada a secagem do

^{*} Easy Equipamentos Odontológicos; Belo Horizonte, MG

canal radicular por meio de pontas de papel absorvente^{**}; e posterior inundação com solução de ácido etilenodiamino-tetracético 17%^{***}, mantida sob agitação durante 3 minutos com auxílio do instrumento memória (IM), ou seja, o último instrumento a ser utilizado na confecção do batente apical. Em seguida, deu-se nova irrigação/aspiração com 2 mL de hipoclorito de sódio 2,5%, sendo a secagem dos canais radiculares efetuada novamente por meio de pontas de papel absorvente, como descrito anteriormente.

Vale lembrar que o intuito deste estudo, foi o de avaliar e comparar o preparo apical realizado por diferentes técnicas de instrumentação (manual e rotatória). Desta forma, devido ao fato dos instrumentos estudados (referentes às técnicas rotatórias) terem sido desenvolvidos apenas para o preparo apical, se tornou necessária a associação (em cada grupo experimental), de alguns outros instrumentos, inerentes a cada técnica e fabricante específico, a saber:

4.2.3.1 Seqüência técnica de instrumentação do Grupo I (Hero Apical)

Foi realizada a seqüência técnica preconizada pelo fabricante, para os casos de canais curvos (seqüência vermelha), a saber (Quadro 2):

Quadro 2 – Seqüência técnica a ser realizada no Grupo experimental I

INSTRUMENTO	ÁREA ATUAÇÃO	CONICIDADE	DIÂMETRO PONTA
--------------------	-------------------------	-------------------	---------------------------

^{**} Tanari Industrial Ltda., Manaus, AM

^{***} EDTA – Odahcam, Herpo Produtos Dentários Ltda., São Paulo, SP

Hero Shaper	2/3 do CRT	0,06	0,25
Hero Shaper	CRT	0,04	0,25
Hero Shaper	CRT	0,04	0,30
Hero Apical	CRT	0,06	0,30
Hero Apical	CRT – 1mm	0,08	0,30

Os instrumentos Hero Apical (modelo Clássico), de acordo com seu fabricante, devem acionados a uma velocidade de 300 a 600 rpm, sendo que, neste estudo, foi utilizada uma velocidade de 450 rpm.

4.2.3.1.1 Característica dos instrumentos Hero Apical (modelo Clássico), segundo seu fabricante

- Instrumentos fabricados em liga de níquel-titânio.
- Preferencialmente utilizados após o preparo do canal radicular com instrumentos Hero Shaper, para aumentar o diâmetro do batente apical realizado, assim como a conicidade do canal radicular.
- Disponibilizados em dois instrumentos: de ponta número 30 e conicidade 06 (cursor preto); e ponta número 30 e conicidade 08 (cursor vermelho).
- Instrumentos possuem parte ativa com comprimento igual a 4 milímetros.
- Devido à conicidade final proporcionada pelo instrumento, favorece uma correta e uniforme obturação do canal radicular.

- Fabricado em três modelos diferentes: clássico, manual e “InGet”.
- Utilizar preferencialmente a uma velocidade entre 300 e 600 rpm.
- O instrumento deve ser retirado do canal radicular ainda girando.

4.2.3.2 Sequência técnica de instrumentação do Grupo II (Lightspeed)

Foi realizada a sequência técnica preconizada pelo fabricante, para os casos de canais curvos, a saber (Quadro 3):

Quadro 3 – Sequência técnica a ser realizada no Grupo experimental II

INSTRUMENTO	ÁREA ATUAÇÃO	CONICIDADE	DIÂMETRO PONTA
Gates Glidden 3, 2	1/3 cervical		
Broca diamantada	1/3 cervical		
Gates Glidden 1	1/3 médio		
Lima Tipo K	CRD	0,02	0,15
Lightspeed Extra	CRT		0,20
Lightspeed Extra	CRT		0,25
Lightspeed Extra	CRT		0,30
Lightspeed Extra	CRT		0,35
Lightspeed Extra	CRT		0,40
Lightspeed Extra	2mm-CRT		0,45

Lightspeed Extra	4mm-CRT		0,50
------------------	---------	--	------

Os instrumentos Lightspeed LSX, de acordo com seu fabricante, devem ser acionados a uma velocidade de 2500 a 3000 rpm, sendo que, neste estudo, foi utilizada uma velocidade de 2800 rpm.

4.2.3.2.1 Características dos instrumentos LightSpeed LSX, segundo seu fabricante

- Instrumentos fabricados em liga de níquel-titânio.
- Preferencialmente utilizados após o preparo dos terços cervical e médio com brocas de Gates Gilddden, Orifice Openers ou pontas diamantadas.
- Extraordinária flexibilidade devido ao fato de não possuírem conicidade ao longo de sua haste; sendo que, devido a isso, possuem maior sensibilidade tátil.
- Resistência à fratura por possuir uma reforçada interface entre a ponta instrumento e sua haste.
- Quando ocorrer fratura, esta acontecerá a 18mm da ponta do instrumento (junto ao cabo); sendo que, caso isso não ocorra, há espaço para passagem de outro instrumento na sua remoção.
- Instrumentação do canal radicular fácil e rápida.
- Redução na fadiga manual.

- Possui um pequeno guia radial, permitindo que o instrumento permaneça centralizado no canal radicular para melhor qualidade de limpeza e modelagem.
- Devido ao seu “design”, o instrumento não se prende dentro do canal radicular por possuir uma pequena superfície de corte, assim como uma grande área de escape.
- Grande redução do estresse ao longo do instrumento e do canal radicular.
- Praticamente elimina a presença de degraus, “zip” e perfurações radiculares.
- Instrumentos possuem “safe tip”, eficiente lâmina de corte e haste muito flexível.
- Apresentam-se nos comprimentos de 21, 25 e 31 milímetros.
- Instrumentos possuem anéis marcadores de comprimento ao longo de sua base (19, 20, 22, 24 e 25 milímetros).
- Utilizar preferencialmente a uma velocidade entre 2500 e 3000 rpm.

4.2.3.3 Seqüência técnica de instrumentação do Grupo III (S-Apex)

Foi realizada a seqüência técnica preconizada pelo fabricante, para os casos de canais curvos, a saber (Quadro 4):

Quadro 4 – Sequência técnica a ser realizada no Grupo experimental III

INSTRUMENTO	ÁREA ATUAÇÃO	CONICIDADE	DIÂMETRO PONTA
Pré-Race	1/3 cervical	0,10	0,40
Pré-Race	1/3 cervical	0,08	0,35
Lima tipo K	até CRT	0,02	0,15
S-Apex	CRT		0,15
S-Apex	CRT		0,20
S-Apex	CRT		0,25
S-Apex	CRT		0,30
S-Apex	CRT		0,35
S-Apex	CRT		0,40

Os instrumentos S-Apex, de acordo com seu fabricante, devem ser acionados a uma velocidade de 500 a 600 rpm, sendo que, neste estudo, foi utilizada uma velocidade de 550 rpm.

4.2.3.3.1 Características dos instrumentos S-Apex, segundo seu fabricante

- Preferencialmente utilizados após os instrumentos Pré-Race, e após o comprimento real de trabalho ter sido confirmado por meio de uma lima tipo K.
- O instrumento possui uma conicidade negativa ($D1 > D2$), ao longo de sua parte ativa, o que assegura um preparo cilíndrico do terço apical.
- Instrumentos possuem secção triangular e são passíveis de serem utilizados em qualquer micro-motor.

- Possui um “ponto fraco” localizado a 16 milímetros de sua ponta, o que permite fácil remoção em caso de quebra do instrumento.
- Instrumento possui lâminas de corte “onduladas”, o que previne o efeito de “embricamento” nas paredes do canal radicular.
- Devido ao seu “design” permite trabalhar com menos instrumentos no preparo do terço apical.
- Trabalha com força de torque baixa.
- Os instrumentos sofreram um tratamento “eletro-químico”, o que lhes confere uma melhor resistência à torção e fadiga da liga metálica.
- Instrumentos com exclusiva “safety tip” arredondada, que permite um perfeito controle durante o uso.
- O sistema cria um batente apical “seguro”, que permite uma melhor compactação da obturação endodôntica; além de favorecer a penetração dos agentes irrigantes ao comprimento real de trabalho.
- Utilizar preferencialmente a uma velocidade entre 500 e 600 rpm.
- Instrumentos possuem parte ativa igual a 16 milímetros, com um comprimento de 25 milímetros até a sua base e comprimento total de 37 milímetros.
- Disponíveis na numeração de 15 a 40 de acordo com a ISO.

4.2.3.4 Sequência técnica de instrumentação do Grupo IV (Flexofile)

Foi realizada a sequência técnica, para os casos de canais curvos, a saber (Quadro 5):

Quadro 5 – Sequência técnica a ser realizada no Grupo experimental IV

INSTRUMENTO	ÁREA ATUAÇÃO	CONICIDADE	DIÂMETRO PONTA
Tipo K	1/3 Cervical	0,02	0,15
Gates Glidden n 3	1/3 Cervical		
Gates Glidden n 2	1/3 Cervical		
Broca diamantada	1/3 Cervical		
Gates Glidden 1	1/3 Médio		
Flexofile	1/3 Médio	0,02	0,20
Flexofile	CRT	0,02	0,15
Flexofile	CRT	0,02	0,20
Flexofile	CRT	0,02	0,25
Flexofile	CRT	0,02	0,30
Flexofile	CRT	0,02	0,35
Flexofile	CRT	0,02	0,40
Flexofile	2mm-CRT	0,02	0,45
Flexofile	4mm-CRT	0,02	0,50

Vale lembrar que, durante todo o preparo biomecânico através dessa técnica:

a) Foi utilizada, a cada troca de instrumento, uma lima tipo Hedströen (Dentsply/Maillefer) intercalada, de numeração inferior ao próximo instrumento Flexofile a ser utilizado.

b) Os instrumentos Flexofile não foram pré-curvados para a realização do preparo biomecânico dos canais radiculares.

Além disso, com relação a todas as técnicas estudadas, utilizou-se a lima tipo K nº10, a cada troca de instrumento (no comprimento real do canal radicular), para que ocorresse uma maior limpeza; evitando assim, uma possível obstrução devido ao acúmulo de detritos e raspas dentinárias durante o preparo biomecânico.

4.2.3.4.1 Características dos instrumentos tipo K – Flexofile, segundo seu fabricante

- Parte ativa em aço inoxidável.
- Secção triangular.
- Ponta romba.
- Cabo colorinox anatômico com ranhuras horizontais.
- Comprimento de 21, 25 e 31 milímetros.

- Numeração (de acordo com normas da ISO) de 15 a 40 (1ª série), 45 a 80 (2ª série) e 90 a 140 (3ª série); embaladas em caixa com 06 unidades, constando externamente marca comercial e procedência de fabricação.

4.2.4 Avaliação radiográfica (antes e depois do preparo biomecânico)

As imagens radiográficas das raízes estudadas foram analisadas e comparadas antes e após o preparo biomecânico (em cada grupo experimental), procurando-se observar, e até mesmo mensurar, possíveis modificações.

Para isso, cada raiz foi inserida em “cera utilidade” (GÜNDAY et al.²⁶, 2005), confeccionando desta forma um molde da mesma, sendo este posteriormente armazenado em geladeira, a uma temperatura de 5° C (evitando assim, possíveis deformações). Tal molde possuía a mesma largura e altura do filme radiográfico* utilizado para obtenção das imagens, sendo posteriormente aderido sobre o mesmo, com a condição de que o longo eixo da raiz permanecesse paralelo e tão próximo quanto possível da superfície do filme radiográfico.

As tomadas radiográficas de cada raiz foram realizadas no sentido vestibulo-lingual (sendo que, o longo eixo da raiz permaneceu perpendicular ao feixe central dos Raios X). A parte do aparelho de Raios X** denominada tubo (ou cone), foi previamente fixada a realização das tomadas radiográficas. O tempo de exposição foi o mesmo para cada tomada radiográfica (0,5 segundo), e a distância de 20 centímetros entre o filme e o tubo do aparelho

* (Kodak Ultra-speed – Kodak, Stuttgart, Alemanha)

** (Dabi Atlante – Spectro II – Ribeirão Preto/SP)

de Raios X foi constante. Os filmes foram revelados, fixados, lavados e secos de acordo com o método tempo/temperatura (30 segundos na solução reveladora, 20 segundos em água, 2 minutos na solução fixadora, 1 minuto em água corrente, e secos em estufa própria). (Duarte Lima et al.²⁰, 2002).

Vale lembrar, que as tomadas radiográficas antes do preparo biomecânico foram realizadas com um instrumento tipo K 10 no interior do canal radicular; e logo após o preparo, com um instrumento tipo K referente ao instrumento memória de cada técnica estudada.

Dessa forma, as radiografias referentes a cada raiz (de cada grupo), antes e após o preparo biomecânico, foram colocadas sobre um negatoscópio, em sala desprovida de luz natural e/ou artificial. Após serem tomados todos os cuidados para garantir o paralelismo e centralização de cada radiografia no negatoscópio, um papel de seda foi afixado sobre a mesma, no qual foram traçadas (com lapiseira ponta 0,7mm), duas linhas retas em intersecção. A primeira reta (a), foi traçada sobre a imagem do instrumento correspondente ao seu longo eixo nos terços cervical/médio; e a segunda reta (b), foi traçada sobre a imagem do instrumento correspondente ao seu longo eixo no terço apical (Figura 1).

Paralelamente ao longo eixo da raiz méso-vestibular (e passando pelo ponto de intersecção das duas retas descritas acima), foi traçada uma terceira reta (c) (Figura 1), que serviu como ponto fixo de referência, permitindo a realização das mensurações (por meio de um transferidor) dos ângulos

correspondentes às posições dos instrumentos antes e após o preparo biomecânico (tanto no terço cervical, como no apical).

Assim sendo, foram mensurados os ângulos conforme quadro a seguir:

Quadros 6 - Nome, referência e definição dos ângulos mensurados, formados antes e após o preparo biomecânico

Ângulos	Referência	Definição
A1	Formado entre as retas “a” e “c”	Corresponde à posição do instrumento antes do preparo biomecânico nos terços cervical e médio
A2	Formado entre as retas “b” e “c”	Corresponde à posição do instrumento antes do preparo biomecânico no terço apical
D1	Formado entre as retas “a” e “c”	Corresponde à posição do instrumento após o preparo biomecânico nos terços cervical e médio
D2	Formado entre as retas “b” e “c”	Corresponde à posição do instrumento após o preparo biomecânico no terço apical

Isto foi feito com o objetivo de se determinar a variação dos ângulos ocorrida nos terços cervical e médio (de A1 para D1), e no terço apical (de A2 para D2), logo após realizado o preparo biomecânico em cada raiz, com sua respectiva técnica.

As Figuras 1 e 2, a seguir, demonstram o traçado das retas “a”, “b” e “c”, assim como os ângulos formados A1 e A2 (antes do preparo biomecânico), e D1 e D2 (após o preparo biomecânico).

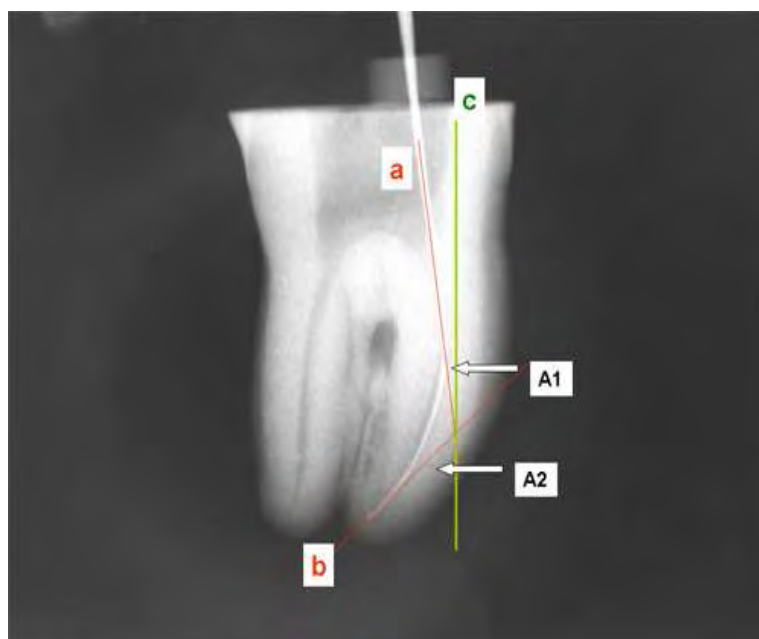


FIGURA 1 – Demonstração: letra - a (reta “a”), letra - b (reta “b”), letra - c (reta “c”), assim como os ângulos formados A1 e A2 (antes do preparo biomecânico).

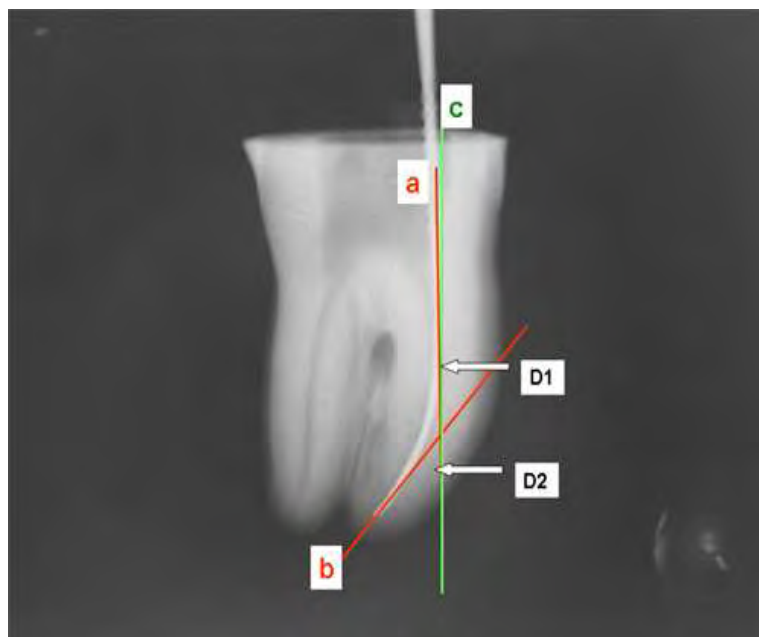


FIGURA 2 – Demonstração: letra - a (reta “a”), letra – b (reta “b”), letra – c (reta “c”), assim como os ângulos formados D1 e D2 (após o preparo biomecânico).

Estes valores numéricos obtidos foram transferidos para uma tabela, conforme modelo abaixo (Quadro 7), e os dados foram analisados estatisticamente.

Quadro 7 Exemplo de tabela para anotação dos valores numéricos dos ângulos A1e D1 em “c” (terço cervical), assim como A2 e D2 em “a” (terço apical), para cada grupo experimental

Amostra / dente	Região da raiz	Antes do Preparo	Depois do preparo	Desvio em graus	Ocorrência de desvio
1	c	A1-	D1-		
	a	A2 -	D2 -		

4.2.5 Planejamento estatístico da análise radiográfica

Foram observados quatro grupos (G-I, G-II, G-III, G-IV) segundo as técnicas de preparo biomecânico dos canais radiculares.

Aplicou-se o teste exato de Fisher (p-valor) para a comparação da ocorrência de desvios segundo os diferentes grupos.

Quanto aos desvios medidos de forma quantitativa (em ângulo), foram analisados os ângulos cervical e apical segundo grupo. Aplicou-se a técnica estatística de Kruskal-Wallis (H), sendo os contrastes realizados pelo teste de Muller.

Adotou-se o nível de significância de 5% para a tomada de decisão.

Empregou-se o “software” Stata (Stata Corp. 2003. Stata Statistical Software: Release 8.0. College Station, TX: Stata Corporation, TX).

4.2.6 Preparo das raízes para avaliação através da Microscopia Eletrônica de Varredura

Após o preparo biomecânico e realização das tomadas radiográficas (antes e após o preparo biomecânico), foram separadas as raízes mesial e distal de cada dente (sendo posteriormente descartada a raiz distal). Cada raiz mesial foi desgastada no sentido vestibulo-lingual, de acordo com o longo eixo do canal méso-vestibular^{2,71}, até que o mesmo tenha sido exposto em toda sua extensão; através de um disco diamantado (K.G. Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil), utilizado em uma peça de mão para baixa rotação.

Para a realização do referido desgaste, um instrumento tipo K número 10 foi introduzido no canal méso-vestibular (até sua visualização no forame); sendo que, o mesmo serviu de guia, auxiliando na direção a ser seguida. Quando todo o canal radicular foi visualizado por transparência da dentina (através do instrumento que estava no interior do mesmo), o desgaste cessou e a camada de dentina remanescente foi removida através de clivagem (sonda exploradora número 5).

Em seguida, a superfície da raiz foi limpa com uma escova dental, procurando-se tirar os resíduos dentinários. As raízes sofreram processo de metalização em ouro (Denton Vacuum Desk II), e preparadas para análise em Microscópio Eletrônico de Varredura*.

4.2.7 Avaliação Microscópica

Foram realizadas fotografias com cinquenta vezes de aumento, utilizando a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), de todas as raízes estudadas (após o preparo biomecânico), para análise morfológica da região apical; sendo que, as mesmas foram avaliadas por um examinador, procurando-se verificar as deformações apicais produzidas ou não (Quadro 12), pelas técnicas de instrumentação utilizadas neste estudo.

Vale lembrar que, o intuito de se realizar a microscopia eletrônica de varredura foi o de visualizar diretamente (com maior aumento) a

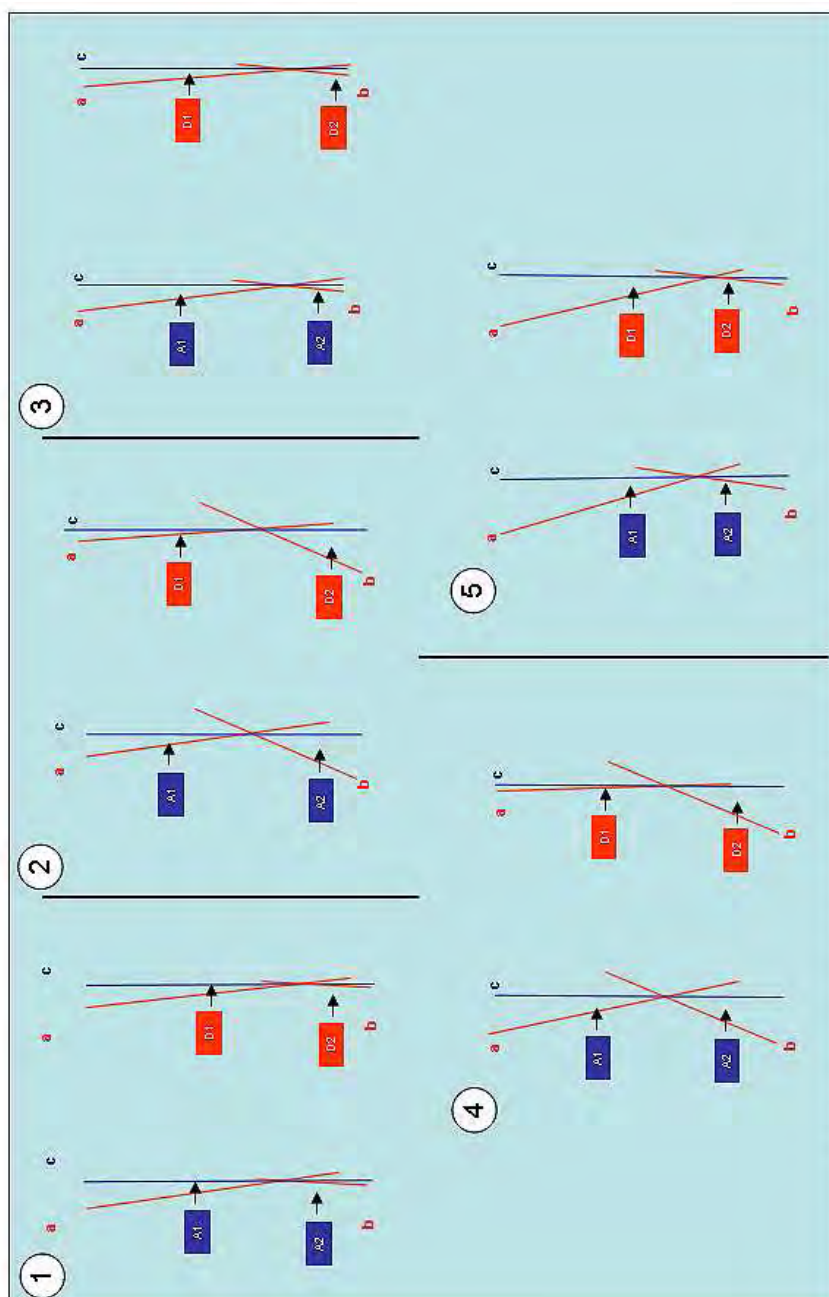
* JEOL, JSM – T330A, Japão

região apical, e analisá-la, morfológicamente; além de comparar os dados obtidos por meio dos traçados radiográficos.

A avaliação do preparo apical realizada por diferentes técnicas de instrumentação (manual e rotatória), foi feita através da análise radiográfica e microscópica. Na primeira, recorreu-se ao estudo estatístico para interpretação dos achados. Na segunda avaliação, foi feita uma análise visual da morfologia do terço apical do canal radicular, procurando-se identificar as deformações que eventualmente ocorreram naquela região.

5.1 - Análise radiográfica

Foram analisadas as radiografias de todos os grupos experimentais, obtidas “antes e depois” dos preparos biomecânicos dos canais radiculares mesio-vestibulares. Foram consideradas as mensurações dos ângulos obtidos (“antes e depois” do referido preparo, conforme descrição anterior), com relação às posições dos instrumentos dentro do canal radicular. Os resultados encontrados relatam à ocorrência ou não de desvios na região cervical e apical (Figuras 3 a 10; assim como nos Quadros 8 a 11 que se seguem); sendo que, tais resultados foram submetidos à análise estatística (conforme descrito anteriormente).



A1 = antes do preparo

^{a2} = antes do preparo

01 = após o preparo

02 = após o preparo

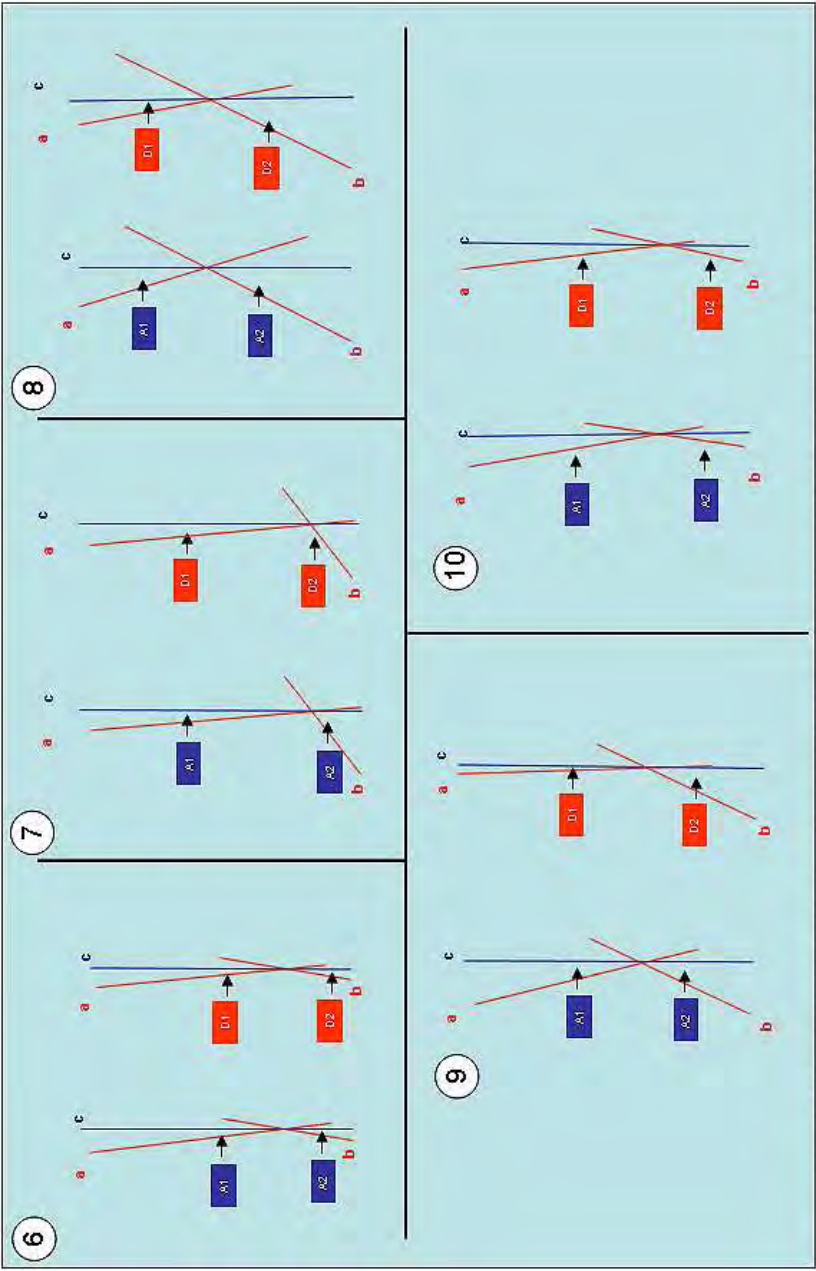
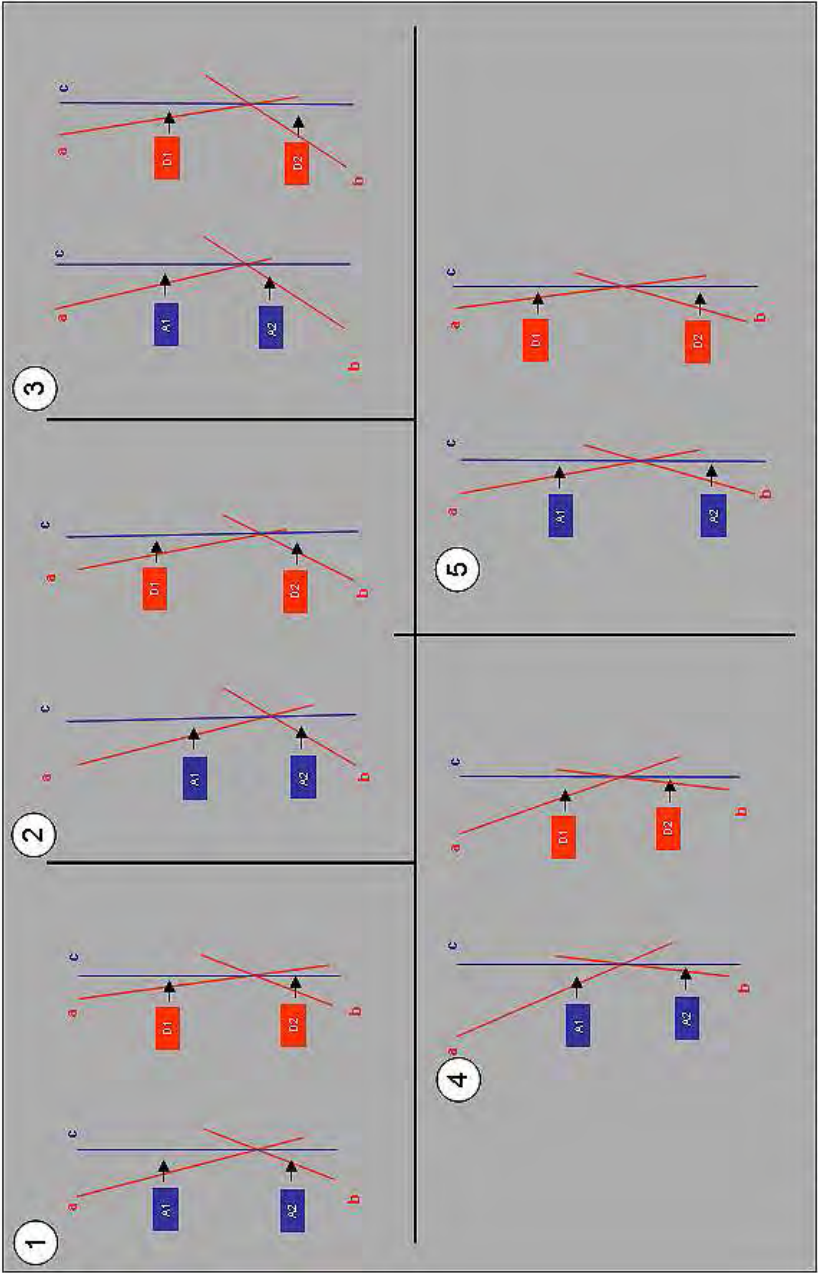


FIGURA 4 – Representação dos ângulos formados no terço cervical (A_1 e D_1) e no terço apical (A_2 e D_2), nos dentes de 6 a 10 do Grupo I



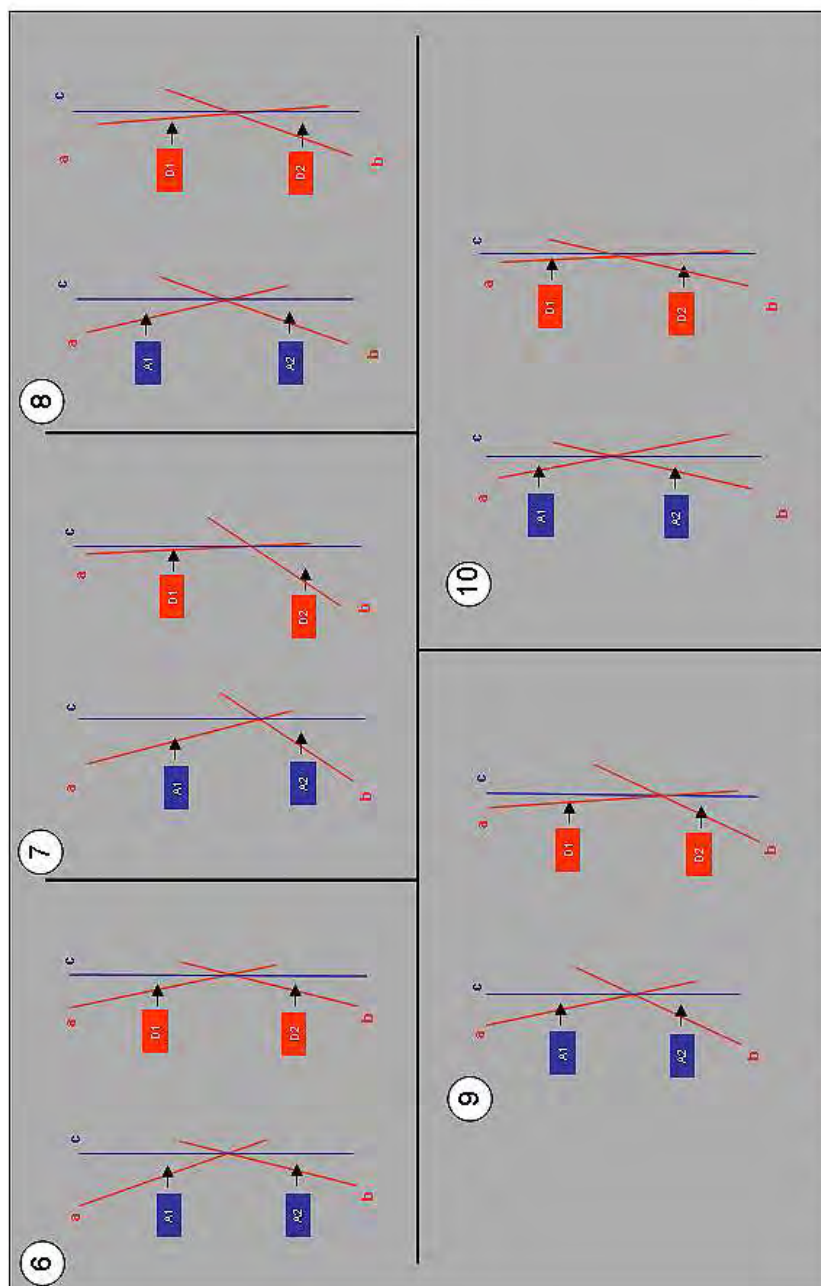


FIGURA 6 – Representação dos ângulos formados no terço cervical (A_1 e D_1) e no terço apical (A_2 e D_2), nos dentes de 6 a 10 do Grupo II

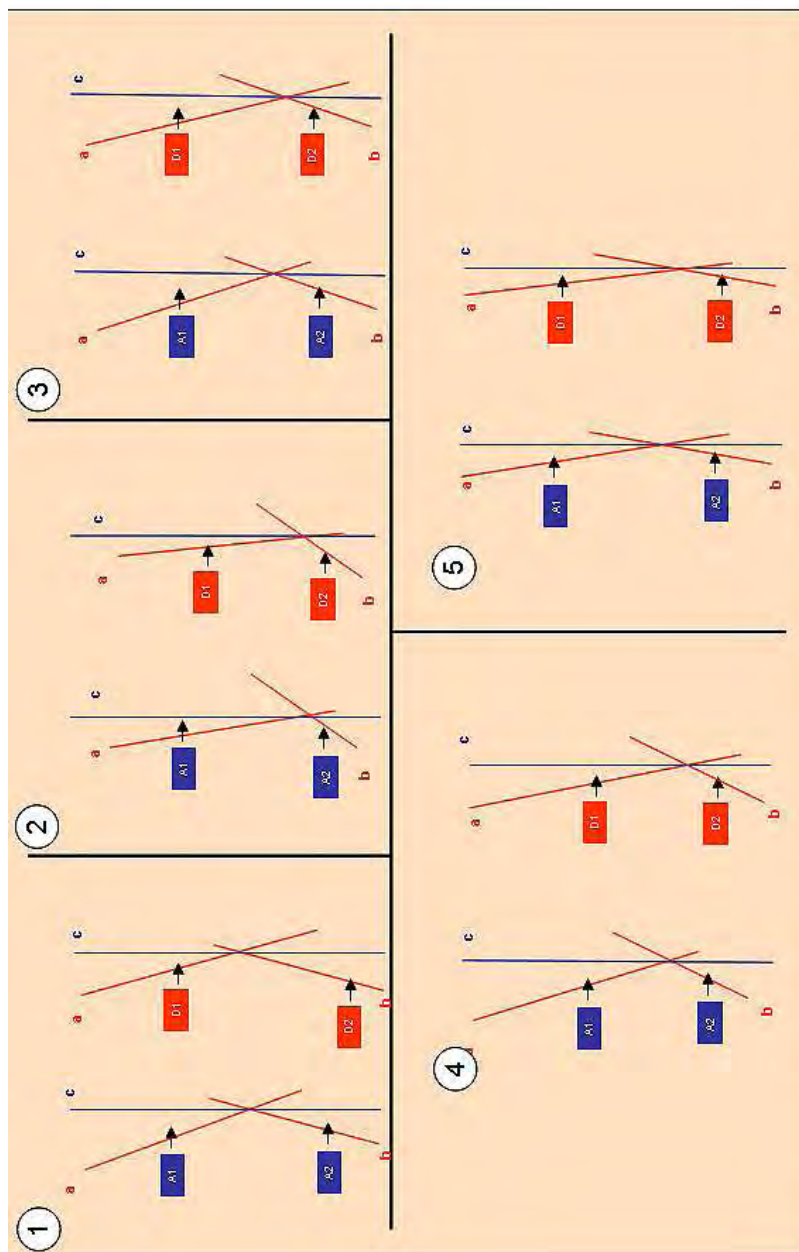


FIGURA 7 – Representação dos ângulos formados no terço cervical (A1 e D1) e no terço apical (A2 e D2), nos dentes de 1 a 5 do Grupo III

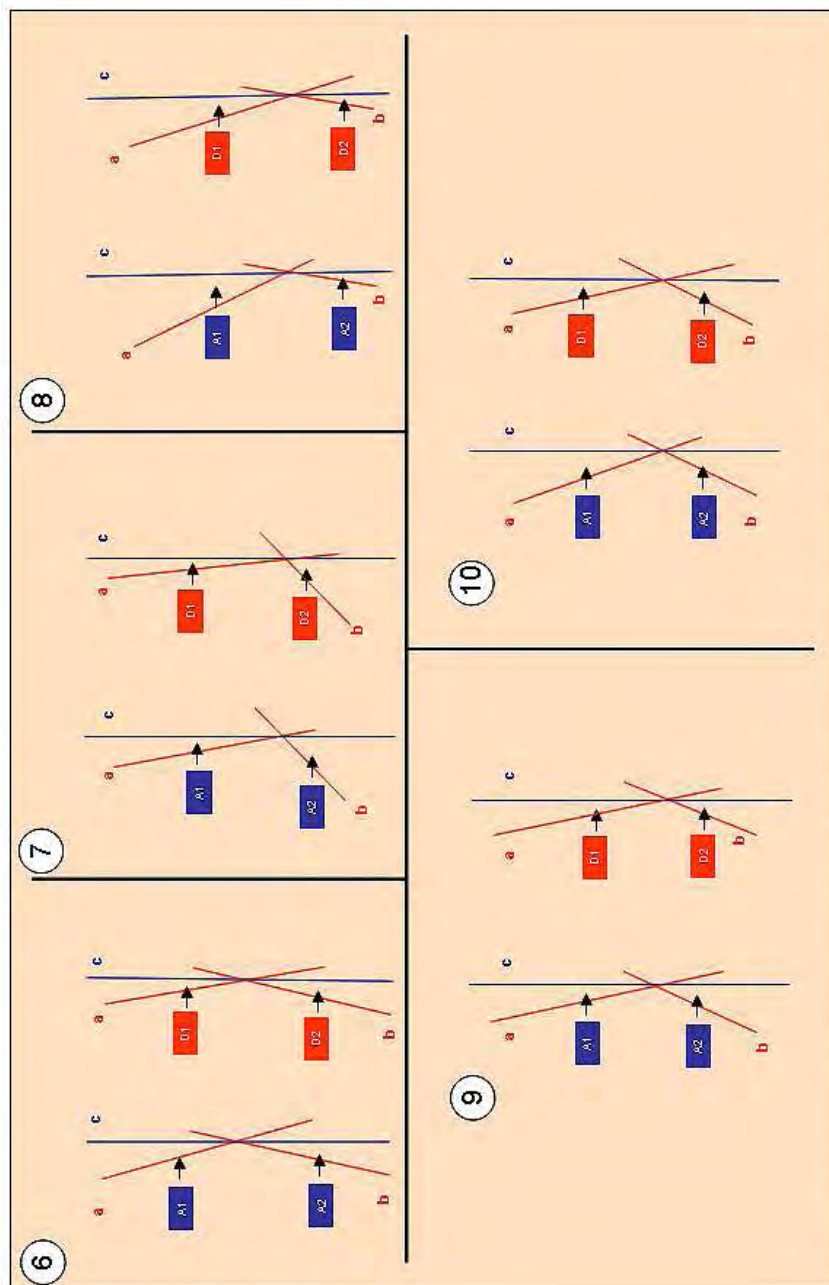


FIGURA 8 – Representação dos ângulos formados no terço cervical (A1 e D1) e no terço apical (A2 e D2), nos dentes de 6 a 10 do Grupo III

A1 = antes do preparo

A2 = antes do preparo

D1 = após o preparo

D2 = após o preparo

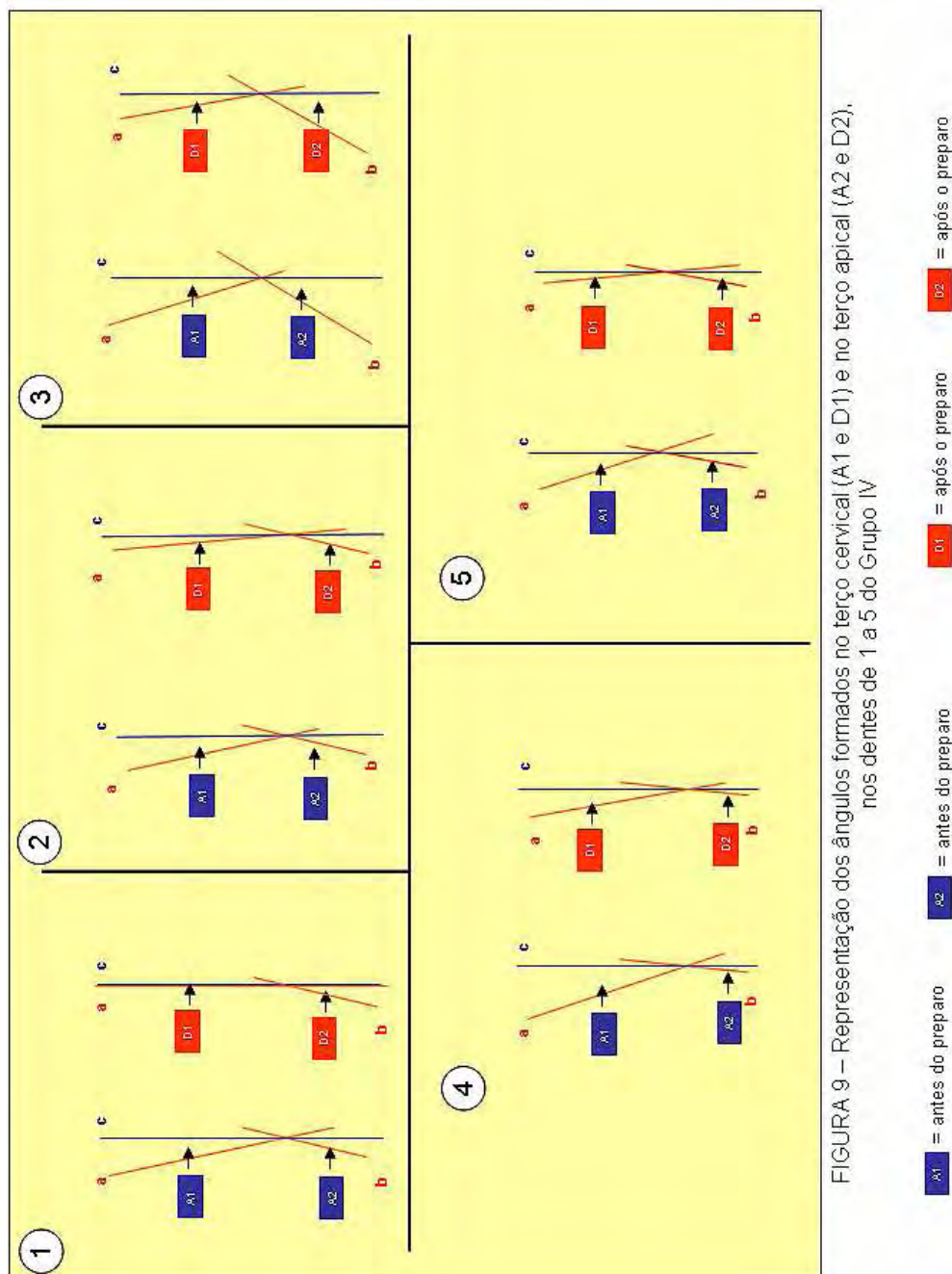
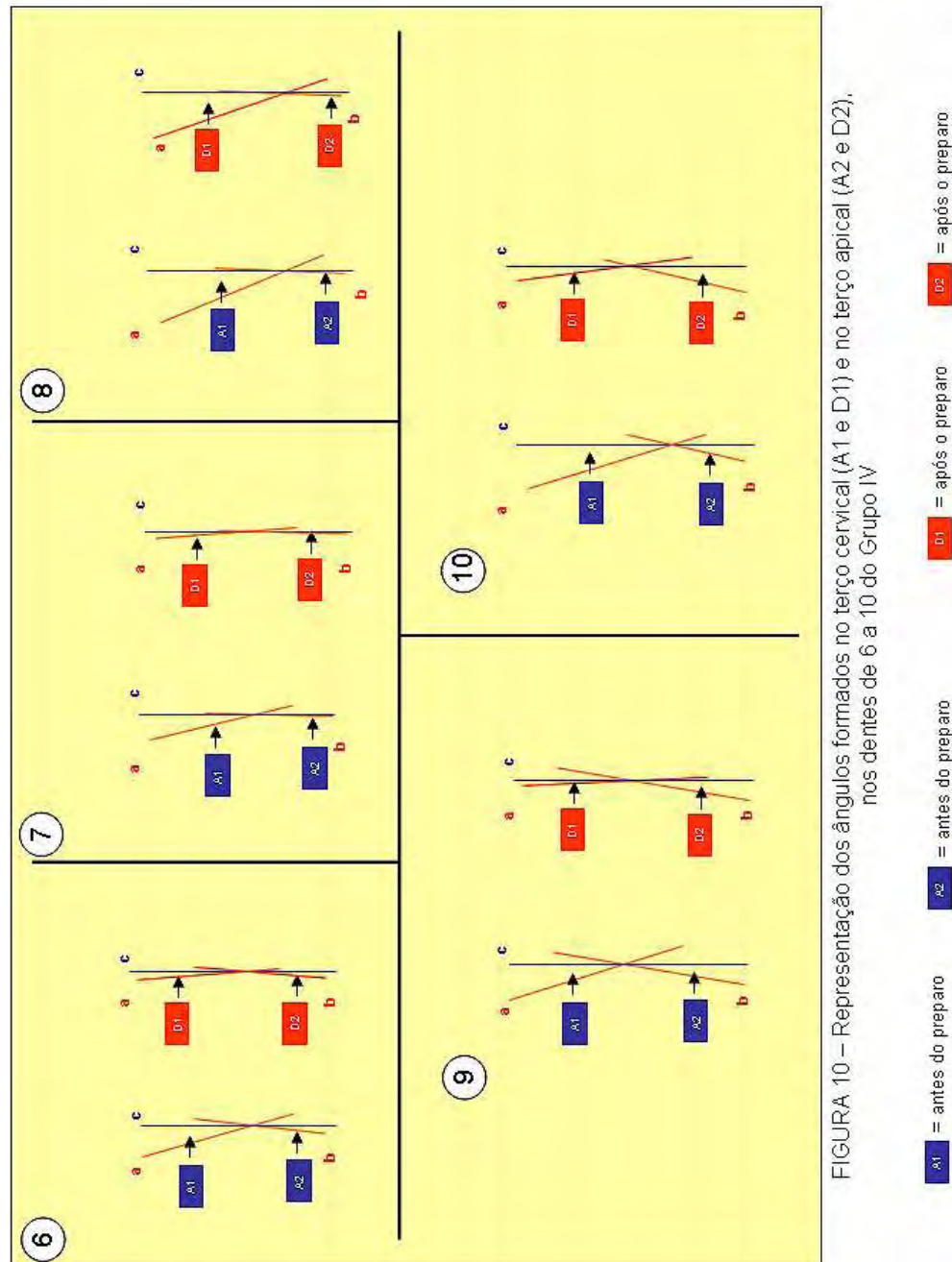


FIGURA 9 – Representação dos ângulos formados no terço cervical (A1 e D1) e no terço apical (A2 e D2), nos dentes de 1 a 5 do Grupo IV



5.1.1 Tabelas referentes aos desvios ocorridos nas regiões cervical e apical, segundo os grupos:

Quadro 8 - Representa os valores em cada amostra (graus), dos ângulos A1 e D1* em “c” (terço cervical), assim como A2 e D2** em “a” (terço apical), além da ocorrência ou não de desvios dos dentes do Grupo I.

Amostra / dente	Região da raiz	Antes do Preparo	Depois do preparo	Desvio em graus	Ocorrência de desvio
1	c	A1- 9,5	D1 – 8,5	1	sim
	a	A2 – 1	D2 - 1	0	não
2	c	A1 - 8	D1 – 4,5	3,5	sim
	a	A2 – 23	D2 - 23	0	não
3	c	A1 – 7	D1 – 6	1	sim
	a	A2 - 7	D2 – 7	0	não
4	c	A1 – 12	D1 – 2	10	sim
	a	A2 - 24	D2 - 24	0	não
5	c	A1 – 18	D1 – 17	1	sim
	a	A2 - 16	D2 – 16	0	não
6	c	A1 – 8	D1 – 6	2	sim
	a	A2 - 5	D2 – 3,5	1,5	sim
7	c	A1 – 4,5	D1 - 4	0,5	sim
	a	A2 - 53	D2 - 51	2	sim
8	c	A1 - 17	D1 - 7	10	sim
	a	A2 - 30	D2 - 30	0	não
9	c	A1 - 0	D1 - 0	0	não
	a	A2 - 25	D2 - 25	0	não
10	c	A1 - 8	D1 - 6	2	sim
	a	A2 - 8	D2 - 8	0	não

Quadro 9 - Representa os valores em cada amostra (graus), dos ângulos A1 e D1* em “c” (terço cervical), assim como A2 e D2** em “a” (terço apical), além da ocorrência ou não de desvios dos dentes do Grupo II.

* A1= ângulo cervical antes do preparo biomecânico / D1= ângulo cervical depois do preparo biomecânico

** A2=ângulo apical antes do preparo biomecânico/D2= ângulo apical depois do preparo biomecânico

Amostra / dente	Região da raiz	Antes do Preparo	Depois do preparo	Desvio em graus	Ocorrência de desvio
1	c	A1-15	D1-7	8	sim
	a	A2 - 22	D2 - 22	0	não
2	c	A1-15	D1 - 10	5	sim
	a	A2 - 29	D2 -28	1	sim
3	c	A1- 13	D1-11	2	sim
	a	A2- 31	D2 - 31	0	não
4	c	A1- 23	D1-20	3	sim
	a	A2 - 6	D2 – 6	0	não
5	c	A1 – 13	D1 – 8	5	sim
	a	A2 - 15	D2 - 15	0	não
6	c	A1 – 18	D1 – 12	6	sim
	a	A2 - 13	D2 – 13	0	não
7	c	A1 – 12,5	D1 - 3	9,5	sim
	a	A2 - 35	D2 - 34	1	sim
8	c	A1 - 11	D1 - 4	7	sim
	a	A2 - 20	D2 - 20	0	não
9	c	A1 - 11	D1 - 4	7	sim
	a	A2 - 25	D2 - 25	0	não
10	c	A1 - 11	D1 - 3	8	sim
	a	A2 -12	D2 -12	0	não

* A1= ângulo cervical antes do preparo biomecânico / D1= ângulo cervical depois do preparo biomecânico

** A2=ângulo apical antes do preparo biomecânico/D2= ângulo apical depois do preparo biomecânico

Quadro 10 - Representa os valores em cada amostra (graus), dos ângulos A1 e D1* em “c” (terço cervical), assim como A2 e D2** em “a” (terço apical), além da ocorrência ou não de desvios dos dentes do Grupo III.

Amostra / dente	Região da raiz	Antes do Preparo	Depois do preparo	Desvio em graus	Ocorrência de desvio
1	c	A1-19	D1-14	5	sim
	a	A2 – 14	D2 - 14	0	não
2	c	A1-6,5	D1 - 3	3,5	sim
	a	A2 – 40	D2 -40	1	não
3	c	A1- 21	D1-15	6	sim
	a	A2- 19	D2 - 19	0	não
4	c	A1- 17	D1-11	6	sim
	a	A2 – 24	D2 – 24	0	não
5	c	A1 – 11	D1 – 8	3	sim
	a	A2 – 9	D2 - 9	0	não
6	c	A1 – 14	D1 – 8	6	sim
	a	A2 – 12	D2 – 12	0	não
7	c	A1 – 11	D1 – 4	7	sim
	a	A2 – 46	D2 - 45	1	sim
8	c	A1 – 26	D1 – 18	8	sim
	a	A2 – 10	D2 -10	0	não
9	c	A1 – 10	D1 – 9	1	sim
	a	A2 – 25	D2 – 23,5	1,5	sim
10	c	A1 – 19	D1 – 15	4	sim
	a	A2 –24	D2 –24	0	não

* A1= ângulo cervical antes do preparo biomecânico / D1= ângulo cervical depois do preparo biomecânico

** A2=ângulo apical antes do preparo biomecânico/D2= ângulo apical depois do preparo biomecânico

Quadro 11 - Representa os valores em cada amostra (graus), dos ângulos A1 e D1* em “c” (terço cervical), assim como A2 e D2** em “a” (terço apical), além da ocorrência ou não de desvios dos dentes do Grupo IV.

Amostra / dente	Região da raiz	Antes do Preparo	Depois do preparo	Desvio em graus	Ocorrência de desvio
1	c	A1-13	D1-0	13	sim
	a	A2 – 13	D2 – 12	1	sim
2	c	A1- 13	D1-4	9	sim
	a	A2- 13	D2 – 13	0	não
3	c	A1-18	D1 – 10	8	sim
	a	A2 – 31	D2 – 30	1	sim
4	c	A1- 19	D1-12	7	sim
	a	A2 – 4	D2 – 4	0	não
5	c	A1 – 16	D1 – 4	12	sim
	a	A2 – 7	D2 - 7	0	não
6	c	A1 – 15	D1 – 5	10	sim
	a	A2 – 3	D2 – 2	1	sim
7	c	A1-16	D1 –5	2	sim
	a	A2 -1	D2 –1	0	não
8	c	A1 – 21	D1 – 18	3	sim
	a	A2 – 3	D2 - 2	1	sim
9	c	A1 – 16	D1 – 3	13	sim
	a	A2 – 11	D2 – 11	0	não
10	c	A1 – 19	D1 – 8	11	sim
	a	A2 –13	D2 –13	0	não

5.2 Análise estatística

* A1= ângulo cervical antes do preparo biomecânico / D1= ângulo cervical depois do preparo biomecânico

** A2=ângulo apical antes do preparo biomecânico/D2= ângulo apical depois do preparo biomecânico

5.2 Análise estatística

A ocorrência ou não de desvio apical, segundo os grupos, consta da Tabela a seguir:

Tabela 1 - Ocorrência ou não de desvio segundo grupos. FOAr-UNESP, 2006

Desvio	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Total
Não	8	8	8	6	30
Sim	2	2	2	4	10
Total	10	10	10	10	40

Teste exato de Fisher: $p=0,794$

Portanto, a ocorrência de desvio apical foi independente da técnica utilizada, sendo esse comportamento ilustrado no Gráfico 1:

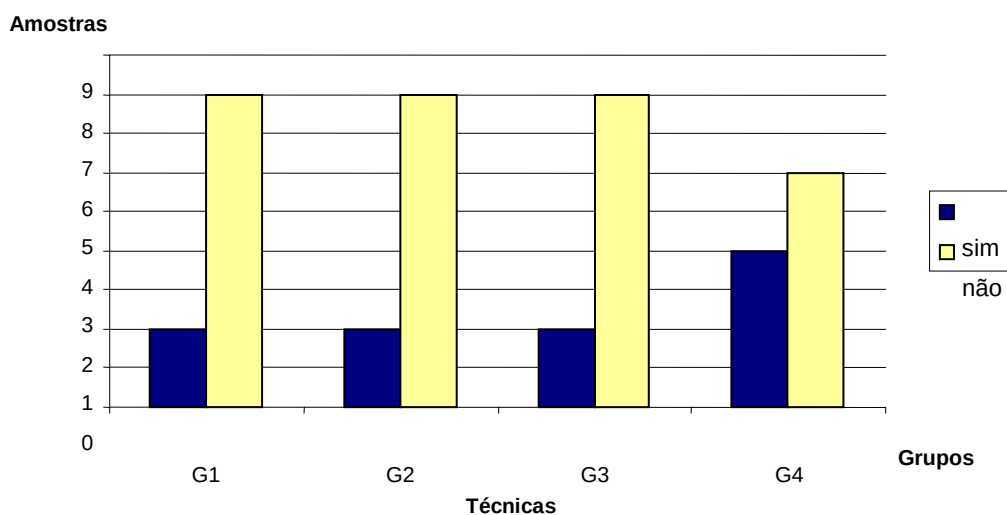


GRÁFICO 1 - Ocorrência de desvio apical segundo as diferentes técnicas, nos diferentes grupos experimentais

A análise quantitativa dos desvios proporcionados pelas técnicas segundo ângulo cervical e apical pode ser observada nas Tabelas 2 e 3:

Tabela 2 - Desvio segundo ângulo cervical e grupo experimental. FOAr- UNESP, 2006

Desvio ângulo cervical	Dente	Soma de postos	Posto médio
Grupo I	10	118,00	11,80
Grupo II	10	221,00	22,10
Grupo III	10	184,50	18,45
Grupo IV	10	296,50	29,65

Obteve-se $H=12,159$ com 3 graus de liberdade ($p=0,0069$), mostrando que, pelo menos um dos grupos exerceu efeito distinto no tamanho do desvio. As comparações múltiplas estão incluídas na Tabela 3:

Tabela 3 - Contrastes estatísticos entre grupos experimentais segundo a diferença de postos médios ($|D|$)

Contraste	$ D $	Valor crítico ($\alpha = 5\%$)
Grupo I e Grupo II	10,30 *	10,18
Grupo I e Grupo III	6,65 ^{ns}	
Grupo I e Grupo IV	17,85 *	
Grupo II e Grupo III	3,65 ^{ns}	
Grupo II e Grupo IV	7,55 ^{ns}	
Grupo III e Grupo IV	11,20 *	

* significativo

Os grupos GI e GII, GI e GIV, GIII e GIV apresentaram efeitos distintos do tamanho do desvio angular cervical ocorrido:

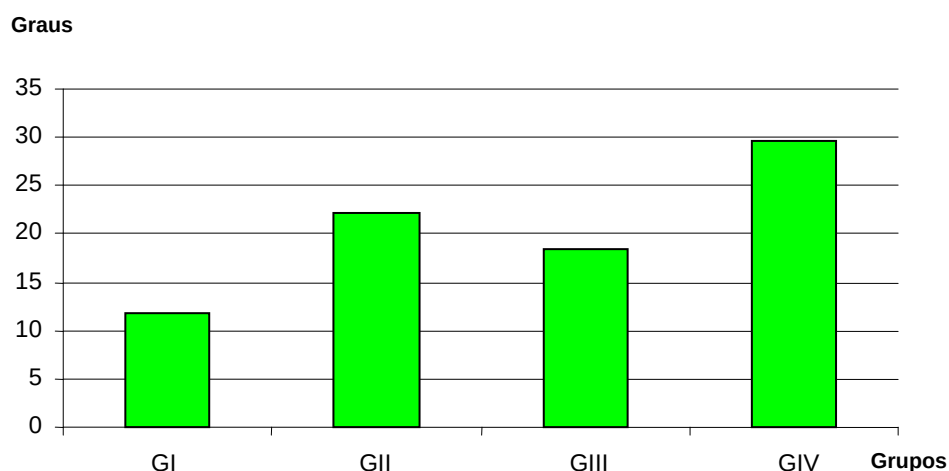


GRÁFICO 2 - Desvio angular cervical segundo grupo experimental.

Quanto aos desvios apicais, observou-se:

Tabela 4 - Desvio segundo ângulo apical e grupo. FOAr- UNESP, 2006

Desvio ângulo apical	Dente	Soma de postos	Posto médio
Grupo I	10	209,00	20,90
Grupo II	10	183,00	18,30
Grupo III	10	207,00	20,70
Grupo IV	10	221,00	22,10

Obteve-se $H=0,556$ com 3 graus de liberdade ($p=0,9064$), mostrando que houve semelhança nos tamanhos dos desvios apicais proporcionados segundo diferentes grupos experimentais.

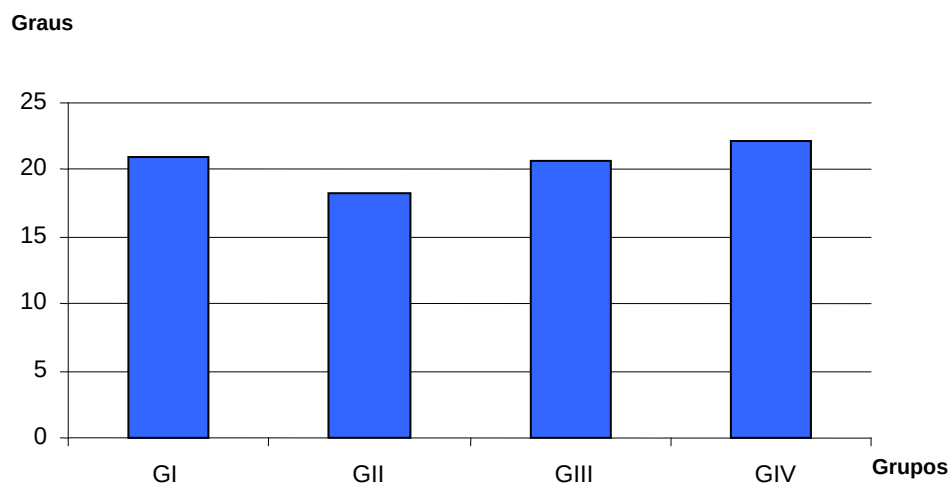


GRÁFICO 3 - Desvio angular apical segundo grupo experimental.

5.3 Análise microscópica

As fotomicrografias obtidas após o preparo biomecânico dos canais radiculares de todos os grupos experimentais foram analisadas, procurando-se verificar as deformações apicais produzidas ou não pelas técnicas de instrumentação utilizadas neste estudo (figuras de 11 a 14); sendo que, os resultados encontram-se registrados no Quadro abaixo.

Quadro 12- Relato de ocorrência ou não de desvio na região apical, após o preparo biomecânico, com relação aos grupos experimentais

	Dente 1	Dente 2	Dente 3	Dente 4	Dente 5	Dente 6	Dente 7	Dente 8	Dente 9	Dente 10
Grupo I	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Grupo II	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Grupo III	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Grupo IV	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não

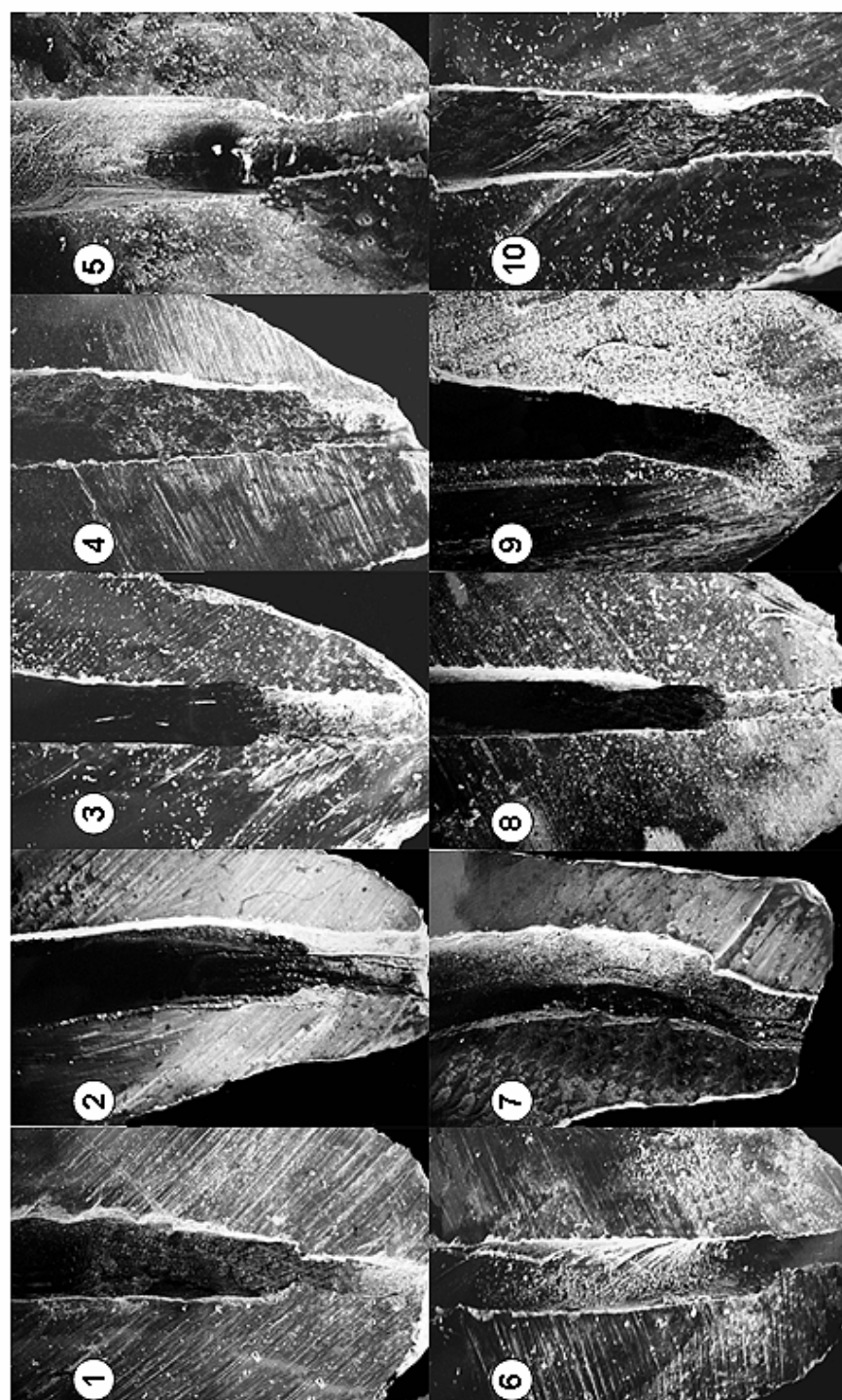


FIGURA 11 – Microscopia eletrônica de varredura do terço apical nos dentes do Grupo I



FIGURA 12 – Microscopia eletrônica de varredura do terço apical nos dentes do Grupo II

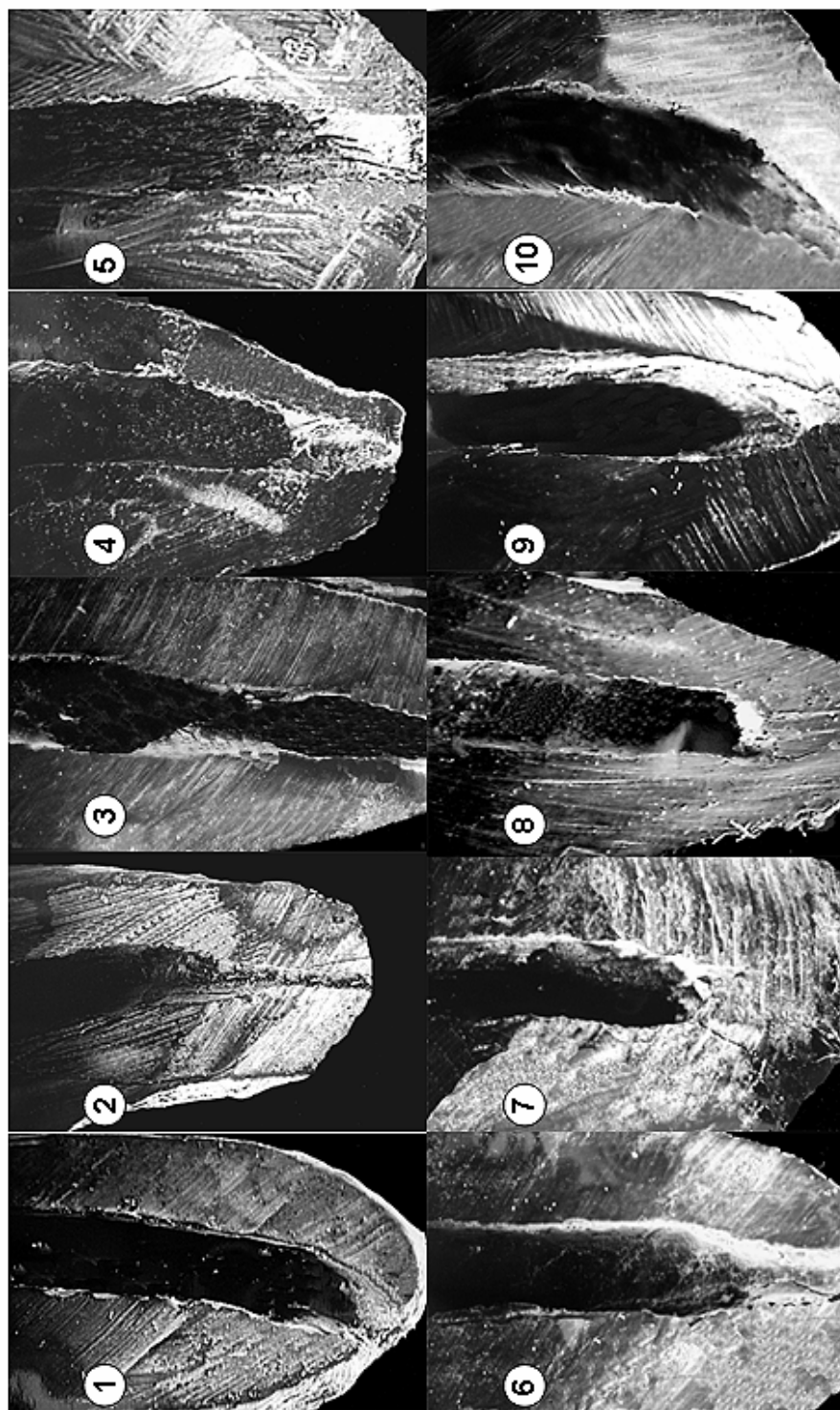


FIGURA 13 – Microscopia eletrônica de varredura do terço apical nos dentes do Grupo III

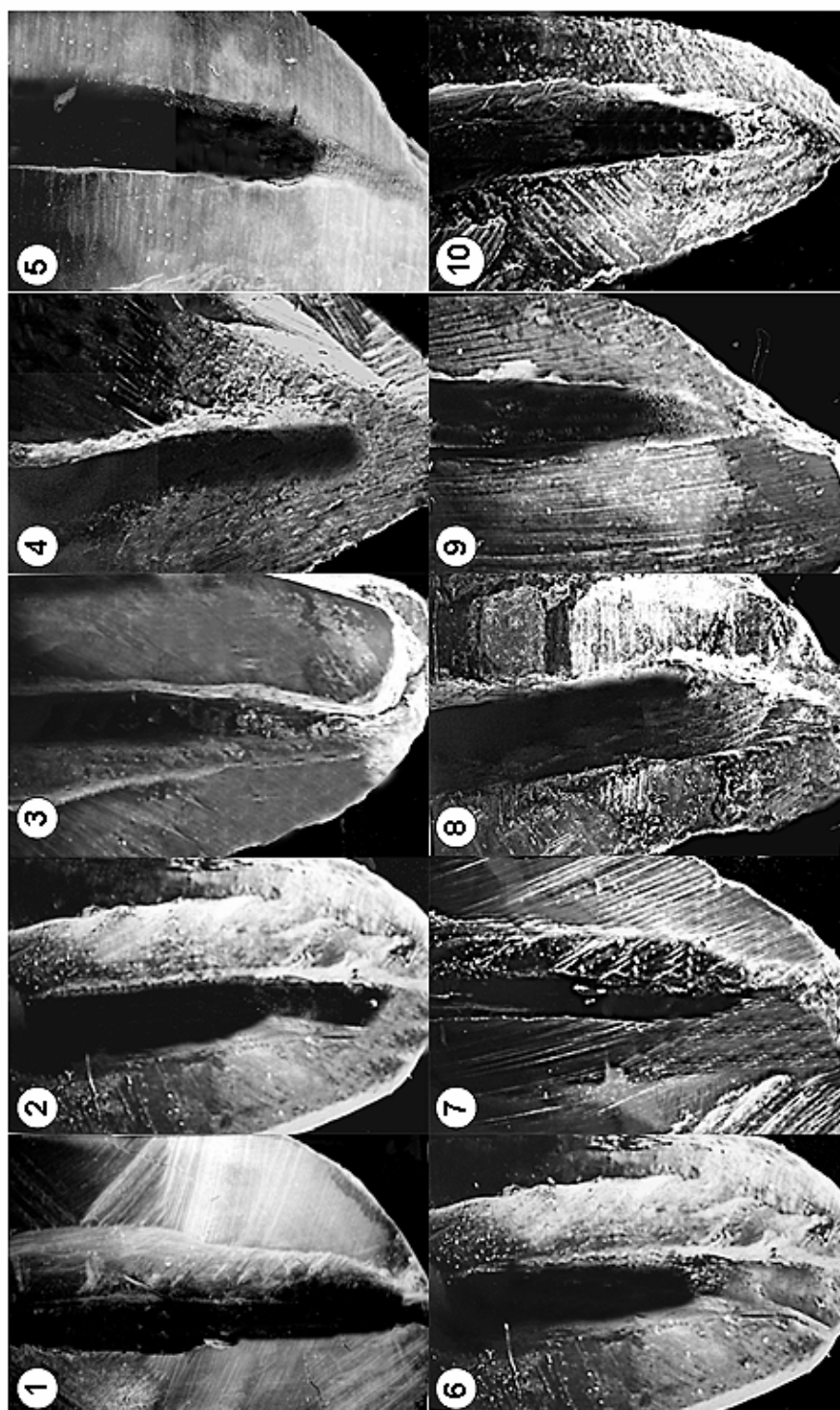


FIGURA 14 – Microscopia eletrônica de varredura do terço apical nos dentes do Grupo IV

6 Discussão

6.1 Da proposta do estudo

Durante o tratamento endodôntico, a fase determinada de preparo biomecânico do canal radicular, tendo como consequência sua modelagem e desinfecção, não deve ser um procedimento considerado simples, pois, requer do profissional que o realiza: conhecimento apurado da anatomia dental e do sistema de canais radiculares e destreza manual. Em casos cujos canais radiculares são considerados curvos e/ou possuem um grau de dificuldade maior ao serem instrumentados, a complexidade da ação a ser realizada exige suficientes qualidades físico-químicas dos instrumentos a serem utilizados, pois as tensões e deformações sofridas nos mesmos irão refletir diretamente no resultado final.

Desta forma, durante a idealização e execução de um plano de tratamento, para que se obtenha o sucesso almejado, deve-se levar em consideração a interação de um instrumental e/ou material de ótima qualidade, habilidade e discernimento profissional, assim como o emprego de técnicas adequadas para a realização do referido preparo biomecânico do canal radicular.

Em virtude dos inegáveis avanços tecnológicos na área endodôntica, surgem constantemente no mercado, novos materiais, instrumentos e sistemas que preconizam realizar o preparo biomecânico de maneira mais segura, rápida e eficaz. Cabe então, aos profissionais e pesquisadores, realizarem estudos

para que se possa realmente qualificar a aplicabilidade clínica desses novos produtos.

Neste estudo, foram utilizados e testados três novos Sistemas para instrumentação rotatória em canais radiculares (acionados a motor elétrico), fabricados em liga de níquel-titânio. Sistemas estes, desenvolvidos e indicados para o preparo de terço apical, assim como refinamento e ampliação do batente apical, sendo eles: Hero Apical Clássico (Micro Mega); LightSpeed LSX (LightSpeed Technology Inc.) e S-Apex (FKG Dentaire).

Somado a isto, os resultados referentes aos desvios apicais ocorridos (ou não), com a utilização destas três diferentes técnicas, foram comparados com relação a uma técnica manual de instrumentação, utilizando os instrumentos tipo K-Flexofile (Dentsply/Maillefer).

As técnicas preconizadas pelos fabricantes de cada sistema e/ou técnica de instrumentação dos terços cervical e médio (“crown-down”), foram levadas em consideração, tendo direta interação com os resultados encontrados.

Vale lembrar que, a falta de achados na literatura específica com relação a estes novos Sistemas, impulsionou a realização do referido trabalho.

6.2 Comparação entre as técnicas

Durante décadas, a Endodontia se desenvolveu basicamente usando três tipos de instrumentos manuais: limas tipo K, alargadores e limas tipo

Hedströen; sendo que, somente com esses tipos de instrumentos, dezenas de técnicas foram propostas e adotadas no preparo biomecânico de canais radiculares. O que caracterizava o desenho desses instrumentos era: a anatomia dental (e conseqüentemente a radicular e endodôntica), a liga metálica e a cinemática de uso.

Esses instrumentos, que eram fabricados inicialmente por aço carbono e posteriormente por aço inoxidável, a partir da década de oitenta, sofreram uma revolução tecnológica e conseqüentemente no seu “design”, com o desenvolvimento, aprimoramento e uso da liga de níquel-titânio em Endodontia. As regras de padronização, até então estabelecidas e em vigor, foram deixadas de lado; e a possibilidade de se desenhar e mudar a cinemática dos instrumentos tornou-se algo real, permitindo aos mesmos rotacionarem no interior do canal radicular sem causar desgaste excessivo nas porções convexas do mesmo. Aproveitando-se desta nova capacidade, os instrumentos rotatórios, assim chamados, puderam ser acoplados a peças de mão e/ou motores elétricos, acionados a uma velocidade constante, promovendo um ganho significativo de tempo na execução da terapia endodôntica⁵⁹.

Além disso, a introdução de instrumentos com conicidades diferentes daquelas padronizadas pela anatomia radicular, permitiram a evolução e otimização das técnicas de preparo biomecânico. As diferentes secções transversais, assim como o formato das lâminas de corte, áreas de escape, guias radiais, pontas inativas de corte, tamanho da parte ativa, etc., inerentes a cada

instrumento fabricado, também são responsáveis pelo avanço alcançado com o uso desses instrumentos.

Um fator primordial que contribuiu para evolução científica/tecnológica, necessária na Endodontia, foi relacionado à fratura dos instrumentos. Dessa forma, o real conhecimento e treinamento dessa nova tecnologia passaram a ser componentes indispensáveis ao endodontista.

O desgaste e deslocamento do instrumento do centro do canal radicular são fatores diretamente ligados ao fator fratura. A combinação de pequeno deslocamento, além de desgaste adequado e ausência de fratura formam um ideal, em se tratando de terapia endodôntica otimizada.

Assim, visando um tratamento endodôntico mais rápido, dinâmico e seguro, optou-se neste trabalho, testar e comparar três novos Sistemas para instrumentação rotatória movidos por motores elétricos (de acordo com as técnicas preconizadas por seus referidos fabricantes), com relação a uma técnica de instrumentação manual de canais radiculares; sendo esta última, consagrada por seu uso, e ainda mundialmente difundida dentro da especialidade endodôntica.

6.3 Utilização de dentes extraídos

Os dentes utilizados na realização deste trabalho de pesquisa foram obtidos através do Banco de dentes humanos da Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP.

Foram utilizadas as raízes mesiais de molares inferiores para a avaliação do preparo dos canais radiculares, em função das suas peculiaridades anatômicas. Geralmente, essas raízes apresentam dois canais radiculares, atresia e curvos. Neste estudo, a análise das curvaturas das raízes teve, como única finalidade, eliminar o máximo de variáveis da amostra; sendo selecionadas as raízes mesiais de molares inferiores que apresentarem características anatômicas e curvaturas radiculares semelhantes, ou seja, foram selecionadas raízes que apresentaram canais radiculares totalmente desobstruídos, separados e com diâmetro anatômico correspondendo ao de um instrumento tipo K nº 10.

Na literatura específica, as raízes mesiais de molares inferiores têm sido utilizadas com frequência para a avaliação do preparo dos canais radiculares com instrumentos rotatórios de níquel/titânio: Glosson et al.²³, 1995; Luiten et al.⁴³, Chan, Cheung¹⁵, 1996, Coleman et al.¹⁹, 1996; Goldberg, Araújo²⁵, 1997; Kosa et al.³⁵, 1999; Ottosen et al.⁴⁷, 1999; Rhodes et al.⁵², 2000, Gallina²².

Sabe-se, porém, da existência de alguns inconvenientes na utilização de dentes humanos extraídos; dentre eles, pode-se ressaltar a variação do grau de dureza dentinária, em pacientes de diferentes sexos e idades (Wright, Fenske⁶⁹, 1938; Hodge, McKay³⁰, 1933). Como neste estudo, foi analisado o desvio ocorrido durante a instrumentação do canal radicular, a dureza e resiliência da dentina são fatores primordiais. Dessa maneira, foram utilizados dentes extraídos em uma faixa cronológica de pacientes com idades entre quarenta e sessenta anos.

Sendo assim, não foi possível a utilização de blocos de resina com canais artificiais, pois quando os mesmos são submetidos à ação dos instrumentos rotatórios, ocorre uma alteração significativa em sua dureza e resiliência, proporcionando resultados não confiáveis.

Além disso, os dentes humanos apresentam canais radiculares com conicidades que variam no sentido méso-distal, assim como no sentido vestibulo-lingual. Quando comparamos isso com a metodologia em que são empregados canais artificiais em blocos de resina, aonde os canais radiculares são confeccionados artesanalmente, essa diferença de conicidade nos dois sentidos é dificilmente alcançada.

De acordo com Hess et al.²⁹, em 1928, a maioria dos canais radiculares tem morfologia achatada e irregular, sendo esse mais um fator de difícil obtenção na confecção de canais artificiais.

Nota-se também, a possível existência de uma alteração morfológica apical, de acordo com as patologias dentárias; sendo assim, os dentes utilizados neste trabalho, não foram portadores de nenhuma alteração periapical diagnosticada previamente.

Salienta-se então, que, neste estudo foram selecionados dentes que não foram acometidos de patologias, extraídos de pacientes com aproximadamente a mesma idade, e que foram submetidos à exploração seletiva prévia dos canais radiculares com lima tipo K nº 10. Com isto, as variáveis: patologia, resiliência, dureza e diâmetro dos canais radiculares podem ser minimizados.

6.4 Princípios técnicos

Tratando-se de instrumentação rotatória para canais radiculares, alguns cuidados técnicos devem ser levados em consideração para sua prática e uso. O profundo conhecimento do instrumento e/ou Sistema a ser utilizado influencia diretamente no seu desempenho e eficácia. Sendo assim, de nada adianta a alta tecnologia, se concomitantemente não houver um conhecimento detalhado e à altura dos instrumentos a serem utilizados. Cabe então ao profissional, o interesse em se esmerar, com intuito de estar consciente de todas as características inerentes a tecnologia a ser empregada.

Isto posto, instrumentos com desenho de melhor capacidade de corte requerem menor torque, para proporcionar o alargamento do canal radicular. Esta capacidade de corte está diretamente relacionada com o ângulo de corte.

Em canais radiculares retos, a capacidade de um instrumento resistir ao torque, varia com o diâmetro do instrumento, nos casos de movimentos rotatórios. Nos canais radiculares curvos, a capacidade de um instrumento resistir à deformação varia inversamente com seu diâmetro. A força necessária para fazer um instrumento girar (torque) varia diretamente com a área de superfície de contato do instrumento com o canal radicular, e o desenho da lâmina de corte.

Para melhorar a eficiência de um instrumento, quanto menor for a área superficial em contato com as paredes do canal radicular, maior será a velocidade rotacional a ser utilizada. Quanto mais espirais existirem por unidade de área do instrumento, mais torque é necessário para rotacionar esse instrumento,

pois maior será o número de pontos de concentração de contato, compensado pela maior flexibilidade. Quanto mais cortante for a superfície de contato do instrumento, menor número de espirais torna-se necessário.

Constata-se então, a real necessidade de experiência prévia na utilização de qualquer técnica de instrumentação rotatória; pois sua execução exige não só conhecimento, mas também destreza e domínio da técnica em questão.

6.5 Escolha do motor elétrico para instrumentação rotatória

Dentre os inúmeros motores elétricos existentes no mercado odontológico, e consequentemente endodôntico, neste estudo, optou-se pela utilização do aparelho Easy Endo System (Easy Equipamentos Odontológicos; Belo Horizonte/MG). Para tal, foram levadas em consideração suas características e opções tecnológicas, tais como: avançado circuito eletrônico atingindo limites de torque de baixíssima intensidade; possui múltiplas velocidades e não necessita de contra-ângulo redutor; apresenta 2 (duas) pré-programações de técnicas inclusas, além de uma outra à programar pelo operador; possui também um limite de torque audível e reverso automático.

6.6 Análise radiográfica das imagens obtidas antes e após o preparo biomecânico e análise microscópica (MEV) dos canais instrumentados

Na literatura endodôntica, podem ser encontradas diversas propostas de análise comparativa dos resultados de técnicas de instrumentação dos canais radiculares, naturais ou artificiais. Existem os métodos radiográficos, onde é possível avaliar o ângulo de curvatura^{14,26,61,68}, nível de curvatura,¹⁴ desvio apical,^{27,61} deslocamento do centro do instrumento^{27,61}, forma das paredes côncava e convexa do canal⁶³, dupla exposição^{42,62}, injeção de contraste no canal⁶³.

Outros métodos de avaliação de técnicas de instrumentação descritos na literatura e amplamente conhecidos e utilizados são: o uso de mufla^{11,13} associada com o corte transversal, analisando a área, a forma, o desvio e a centralização do canal. O uso do microscópio óptico⁸, o estudo de imagens fotográficas,^{11,23,56} filmagem em vídeo,¹³ e a digitalização por scanner¹ são meios bastante utilizados também.

Neste estudo, optou-se pela análise radiográfica das imagens obtidas antes e após o preparo biomecânico dos canais radiculares, assim como uma análise por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) dos canais radiculares instrumentados.

Desta forma, para a realização da análise radiográfica, foi levada em consideração a real posição dos instrumentos nos terços cervical e apical (antes do preparo biomecânico – por meio do instrumento tipo K 10 no interior do canal radicular; e logo após o preparo biomecânico - instrumento tipo K referente

ao instrumento memória de cada técnica a ser estudada). Para tal, foram traçadas retas de acordo com o longo eixo de cada instrumento em questão, nos terços acima relacionados; sendo que, no ponto de intersecção destas retas, traçou-se outra, porém, posicionada paralelamente ao longo eixo da raiz estudada (conforme descrito em materiais e método). Isto foi realizado com intuito de possibilitar o diagnóstico e mensuração da ocorrência (ou não), de desvios na região apical (em graus). Assim, esta última reta traçada, serviu como ponto de referência fixo, para a realização das mensurações (por meio de um transferidor), dos ângulos correspondentes às posições dos instrumentos antes e após o preparo biomecânico.

Com relação à análise microscópica (MEV), foi estabelecido um aumento real de cinquenta vezes das imagens obtidas; imagens estas referentes ao terço apical, após a instrumentação dos canais méso-vestibulares, e desgaste longitudinal das raízes (Alam et al.², 2006; Zmener⁷¹, 2005), no sentido vestibulo-lingual (conforme descrito nos materiais e método). Considerando-se a metodologia utilizada, pode-se então, por meio da visualização direta do terço apical, diagnosticar o término do preparo biomecânico realizado a 1 (um) milímetro do comprimento real do dente, pelos instrumentos de cada grupo em questão. Desta forma, ambas as análises se complementaram para o diagnóstico preciso da ocorrência (ou não) de desvios na região apical.

Vale lembrar, que a real proposição deste trabalho foi a de averiguar possíveis desvios ocorridos no terço apical, com relação à continuidade e direção originais dos canais radiculares instrumentados, em detrimento da utilização de diferentes Sistemas para instrumentação rotatória (cada qual com

suas referidas técnicas), comparados com uma técnica de instrumentação manual; sendo que, não é objetivo deste estudo, averiguar se houve ou não, atuação e/ou limpeza de todas as paredes do canal radicular, com relação aos instrumentos estudados. Tal procedimento não foi possível em virtude do ângulo de corte eleito nesta metodologia, diferentemente dos estudos realizados por Barbizan et al.⁷, Baratto Filho et. al.⁶, nos quais utilizaram cortes transversais para avaliarem limpeza e atuação dos instrumentos em todas as paredes dos canais radiculares.

Sendo assim, embora o seccionamento das raízes leve a perda de estrutura dental, acredita-se que a mesma não afrontou o objetivo proposto, nem mesmo influenciou os resultados finais deste estudo.

6.7 Discussão dos Resultados

6.7.1 Análise Radiográfica

Levando-se em consideração que, neste estudo, foram avaliados quatro grupos distintos (G-I, G-II, G-III e G-IV), segundo as técnicas de preparo biomecânico dos canais radiculares, foi aplicado o teste exato de Fischer (p-valor) para a comparação da ocorrência de desvios nos terços apicais, segundo os diferentes grupos (Tabela 7). Como o resultado encontrado apontou para o valor de $p=0,794$, concluiu-se que a ocorrência de desvio apical foi independente da

técnica utilizada pelos quatro grupos estudados (Gráfico 1), não sendo estatisticamente significativa.

Com relação aos desvios medidos de forma quantitativa (em ângulos), os ângulos cervicais e apicais segundo grupo foram analisados, sendo que, foi aplicada a técnica estatística de Kruskall-Wallis (H).

Na análise, referente aos desvios segundo ângulo cervical e grupo experimental, obteve-se o valor de $H=12,159$ (com 3 graus de liberdade ($p=0,0069$)). Isto mostrou que, pelo menos em um dos grupos exerceu efeito distinto no tamanho do desvio. Devido a isto, aplicou-se o teste de Muller para as comparações múltiplas (Tabela 9), tendo como resultados: os grupos G-I e G-II, G-I e G-IV, G-III e G-IV apresentaram efeitos distintos do tamanho do desvio cervical ocorrido (Gráfico 2). Com isso, em ordem decrescente de valores, com relação aos desvios ocorridos nos terços cervicais dos grupos experimentais, temos: $G-IV > G-II > G-III > G-I$.

Por outro lado, na análise referente aos desvios segundo ângulo apical e grupo, o teste de Kruskall Wallis apontou para um valor de $H=0,556$ (com 3 graus de liberdade ($p=0,9064$)), demonstrando que houve semelhança nos tamanhos dos desvios apicais proporcionados segundo os diferentes grupos (Tabela 10); ou seja, não houve diferença estatística significativa (Gráfico 3). Desta forma, não houve necessidade de aplicação do teste de Muller.

Estes resultados comprovaram que houve uma diferença, segundo os diferentes grupos, com relação ao tamanho dos desvios cervicais

ocorridos (em ângulos), antes e após o preparo biomecânico. Porém, esta diferença não interferiu nos resultados encontrados com relação ao tamanho dos desvios apicais ocorridos antes e após o preparo biomecânico, não havendo diferença estatística significativa segundo diferentes grupos.

Tais resultados corroboram a realidade clínica, pois na execução de um tratamento endodôntico, não é possível padronizar (em ângulos), os desvios cervicais ocorridos, após o preparo biomecânico, em um determinado dente em questão; porém, independentemente da ocorrência e do tamanho destes desvios cervicais, o desejável é que os desvios apicais, resultantes do referido preparo biomecânico, sejam ausentes ou mínimos.

6.7.2 Análise microscópica

A análise das fotomicrografias permitiu constatar que não houve concordância com relação aos resultados apresentados pela análise radiográfica, em relação aos desvios ocorridos nos terços apicais dos diferentes grupos experimentais. Porém, tal divergência não teve significância com relação aos resultados finais obtidos; sendo que, foi levado em consideração o fato de que: o desvio na região apical, somente seria considerado, caso não houvesse uma continuidade entre o canal instrumentado e o milímetro final (não instrumentado), até sua saída foraminal.

Este estudo demonstrou que, clinicamente, a análise de uma imagem radiográfica (que é bidimensional), possui suas limitações pois, uma variação na posição de um instrumento na região apical, detectada radiograficamente (em ângulos), na verdade, pode ser minimizada quando comparada a um exame microscópico da referida região.

7 Conclusão

7.1 Análises radiográfica e estatística

7.1.1 De acordo com a técnica utilizada (grupos experimentais), no preparo biomecânico do canal radicular, concluiu-se que:

- a ocorrência de desvios apicais esteve presente em todos os grupos estudados; porém, tal fato ocorreu independentemente da técnica utilizada, não sendo estatisticamente significante.

7.1.2 Com relação à análise quantitativa (em ângulos), dos desvios proporcionados pelas técnicas, segundo ângulo cervical e apical, concluiu-se que:

a) houve diferença estatística significante, segundo os diferentes grupos, com relação ao tamanho dos desvios cervicais ocorridos (em ângulos).

b) não houve diferença estatística significante, entre os diferentes grupos experimentais, com relação ao tamanho dos desvios apicais.

7.1.3 Independentemente do tamanho dos desvios cervicais ocorridos (em ângulos/graus), após o preparo biomecânico, não houve diferença estatística significante com relação aos desvios resultantes nos terços apicais.

7.2 Análise microscópica

Concluiu-se na análise microscópica dos diferentes grupos experimentais que: na região apical, houve uma tendência de desvio no que diz respeito ao canal radicular instrumentado em relação ao milímetro final (não instrumentado) do mesmo, em uma amostra no Grupo II e em duas amostras no Grupo IV; sendo que, o restante das amostras apresentaram uma relação de continuidade entre estas duas porções.

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: 792-4.
2. Alam MS, Bashir AK, Begumr JA, Kinoshita JI. A study on FlexMaster : a Ni-Ti rotary engine driven system for root canal preparation. Mymensingh Med J. 2006; 15: 135-41.
3. Allison DA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of the apical and coronal obturation. J Endod. 1979; 5: 298-304.
4. American Dental Association. Council on dental material and devaces. New American Dental Association Specification nº 28 for endodontic files and ramers. J Am Dent Assoc. 1976; 93: 813-7.
5. American Dental Association. Revised American National Standards Institute. Specification nº 28 for root canal files and ramers, type K. New York American National Standards Institute, 1982.
6. Baratto-Filho F, Carvalho Jr JR, Fariniuk LF, Sousa-Neto MD, Pécora JD, Cruz-Filho AM. Morphometric analysis of the effectiveness of different

- concentrations of sodium hypochlorite associated with rotary instrumentation for root canal cleaning. *Braz. Dent. J.* 2004; 15: 36-40.
7. Barbizam JV, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod.* 2002; 28: 365-6.
8. Baumgartner JC, Martin H, Sabala CL, Strittmatter EJ, Wildey WL, Quigley NC. Histomorphometric comparison of canals prepared by four techniques. *J Endod.* 1992; 18: 530-4.
9. Bergmans L, Cleynenbreugel JV, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. *Am J Dent.* 2001; 14: 324-33.
10. Bonetti Filho I, Miranda Esberard R, de Toledo Leonardo R, del Rio CE. Microscopic evaluation of three endodontic files pre-and postinstrumentation. *J Endod.* 1998; 24: 461-4.
11. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod.* 1987; 13: 243-5.
12. Brau-Aguade E. Cutting efficiency of K-files manufactured with different metallic alloys. *Endod Dent Traumatol.* 1996; 12: 286-8.

13. Carvalho LAP. Análise comparativa da extensão e da direção do transporte do centro axial do canal radicular após a instrumentação com limas de níquel e titânio e de aço inoxidável [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 1997.
14. Castro ET, Bramante CM. Manutenção do trajeto original após instrumentação de canais curvos usando o sistema Quantec 2000. Rev. Fac. Odontol. Bauru. 1997; 4: 89.
15. Chan AWK, Cheung GSP. A comparison of stainless steel and nickel-titanium K-files in curved root canals. Int Endod J. 1996; 23: 370-5.
16. Chenail BL, Teplitsky PE. Orthograde ultrasonic retrieval of root canal obstructions. J Endod. 1987; 13: 186-94.
17. Chuste-Guillot MP. Effect of three nickel-titanium rotary file techniques on infected root dentin reduction. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006; 2: 254-8.
18. Clem WH. Endodontics: the adolescent patient. Dent Clin North Am. 1969; 13: 482-93.
19. Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Suchina JA, Wang MM, Glickman GN. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct imaging. J Endod. 1996; 22: 603-7.

20. Duarte Lima MC, Silva PGP, Sayão Maia SM. A instrumentação dos canais radiculares: técnica manual X técnica rotatória. Estudo "in vitro". Odontol Clín-Científ. 2002; 1: 193 - 6.
21. Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. Endod Dent Traumatol 2000; 16: 95-100.
22. Gallina G. The effect of instrumentation on original apical foramen shape using steel vs niti rotatory: computerized analysis. Minerva Stomatol. 2002; 51: 1-10.
23. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE pages. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-flex endodontic instruments. J Endod. 1995; 21: 146-51.
24. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. Int Endod J. 2001; 34: 476-84.
25. Goldberg F, Araujo JA. Comparison of three instruments in the preparation of curved root canals. Endod Dent Traumatol 1997; 13: 265-8.

- 26.Günday M, Sazak H, Garip Y. A comparative study of three different root canal curvature measurement techniques and measuring the canal access angle in curved canals. J Endod. 2005; 31: 796-8.
- 27.Heck AR. Avaliação radiográfica da deformação apical com uso de instrumentos manuais de aço inoxidável e de liga níquel e titânio e rotatórios de liga níquel-titânio [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1997.
- 28.Heck A R, Garcia R B. Avaliação radiográfica do desvio apical do canal radicular após a instrumentação manual com limas Flexofile, Flex-r e Onyx-r e o sistema mecânico rotatório Profile. Rev Fac Odontol Bauru. 1999; 7: 27-32.
- 29.Hess W. The anatomy of the root canals of the teeth of the permanent dentition. Londres: John Bale; 1928.
- 30.Hodge HC, Mckay H. The microhardness of teeth. J. Am. Dent. Assoc. 1933; 20: 227-33.
- 31.Ingle JI. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1961; 14: 83-91.

32. International Organization for standardization. Dental root canal instruments. ISO/DIS 3630-1, 1992.
33. Iqbal MK, Banfield B, Lavorini A, Bachstein B. A comparison of Lightspeed LS1 and Lightspeed LSX nitinol rotatory instruments in apical transportation and length control in simulated root canals. J Endod. 2007; 33: 268-71.
34. Kamei S K, Santos M, Bombana AC. Análise comparativa da flexibilidade de instrumentos endodônticos, submetidos ou não a tratamento térmico. Pesqui Odontol Bras. 2000; 14: 213-8.
35. Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. J Endod. 1999; 25: 441-5.
36. Lamarão SMS, Santos M, Antoniazzi JH. Efeito das limas pré-curvadas e retas no ângulo de curvatura de canais radiculares. Rev Odontol Univ São Paulo. 1998; 12: 361-5.
37. Leonardo MR, Leal JM. Endodontia: tratamento de canais radiculares. São Paulo: Panamericana; 1998. 902 p.

- 38.Lima Machado MLBB. Avaliação da deformação apical dos canais com a utilização de limas Flex-R, Flexofile e Sistema Pow-R em Canais Simulados. RGO. 2003; 51: 145-7.
- 39.Loizides A, Eliopoulos D, Kontakiotis E. Root canal transportation with a Ni-Ti rotary file system and stainless steel hand files in simulated root canals. Quintessence Int. 2006; 37: 369-74.
- 40.Lopes HP. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. Braz Dent J. 1998; 9: 39-45.
- 41.Lopes HP, Siqueira Jr JF. Endodontia: biologia e técnica. Rio de Janeiro : MEDSI ; 1999.
- 42.Lopes HP, Elias CN, Siqueira Jr JF. Mecanismo de fratura dos instrumentos endodônticos. Rev Paul Odontol. 2000; 4: 4-9.
- 43.Luiten DJ, Morgan LA, Baugartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. J. Endod. 1995; 21: 26-32.
- 44.Machado LG, Savi MA. Aplicações odontológicas das ligas com efeito memória de forma. RBO. 2002; 59: 302-6.

45. Marshall FJ, Pappin JB. Técnica de Oregon. In : De Deus QD. Endodontia. Rio de Janeiro: Medsi ; 1992. p. 337-8.
46. Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. Dent Clin North Am. 1979; 23: 575-92.
47. Ottosen SR, Nicholls JI, Steiner JC. A comparison of instrumentation using naviflex and profile nickel-titanium engine-driven rotary instruments. J. Endod. 1999; 25 : 457-60.
48. Pallotta RC, Santos M, Garcia RB. Avaliação e comparação do poder de corte das limas nitiflex e flexofile em dentes naturais. ECLER Endod. 1999; 1: 110-2.
49. Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt Ford TR. Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. Eur J Dent Educ. 2006; 10: 52-9.
50. Pesce HF, Medeiros JMF, Moura AAM. Análise morfológica comparativa do preparo de canais radiculares curvos com dois tipos de instrumentos endodônticos. Rev Odontol Univ São Paulo. 1997; 11: 87-91.

51. Pesce HF, Medeiros JMF, Carrascoza A, Simi Junior J. Morfologia do preparo de canais radiculares com limas nitiflex e flexofile. *Rev Odontol Univ São Paulo*. 1999; 13: 289-93.
52. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. *Int Endod J*. 2000; 33: 279-85.
53. Roig-Cayón M, Brau-Aguadé E, Canalda-Sahli C, Moreno-Aguado V. A comparison of molar root canal preparations using Flexofile, Canal Master U, and Heliapical Instruments. *J Endod*. 1994; 20: 495-9.
54. Roig-Cayón M, Basilio-Monné J, Abós-Herrándiz R, Brau-Aguadé E, Canalda-Sahli C. A comparison of molar root canal preparations using six instruments and instrumentation techniques. *J Endod*. 1997; 23: 383-6.
55. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JEA, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod*. 26: 161-5.
56. Schafer E. Effects of four instrumentation techniques on curved canals: a comparison study. *J Endod*. 1996; 22: 685-9.
57. Schafer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile--Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J*. 2002; 35: 505-13.

- 58.Schafer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-flexofile. Part 1. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2003; 36: 199-207.
- 59.Schafer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2003; 36: 208-17.
- 60.Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18: 269-96.
- 61.Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971; 32: 271-5.
- 62.Swindle RB, Neaverth EJ, Pantera Jr EA, Ringle RD. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. *J Endod.* 1991; 17: 147-9.
- 63.Tharuni SL, Parameswaran A, Sukumaran VG. A comparison of canal preparation using the K-file and lightspeed in resin blocks. *J Endod.* 1996; 22: 474-6.

- 64.Walia, H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. J Endod. 1988; 14: 346-51.
- 65.Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. J Endod. 1976; 2: 304-11.
- 66.Wei X, Lin Z, Peng S. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments on preparing curved canals in posterior teeth. Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2002; 37: 333-5.
- 67.Wei X, Lin Z, Peng S. The effect of root canal preparation with nickel-titanium rotary instruments in reducing post-operative pain. Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2003; 21: 202-4.
- 68.Weine FS. Endodontic therapy. St. Louis: Mosby; 1982. 306 p.
- 69.Wright HN, Fenske EL. Factors involved in variability in hardness of tooth structures. J Dent Res 1938; 17: 297.
- 70.Zmener O. Effectiveness of different endodontic files for preparing curved root canals: a scanning electron microscopic study. Endod Dent Traumatol. 1992; 8: 99-103.
- 71.Zmener O. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: a scanning electron microscopic study. Int Endod J. 2005; 38: 356-63.

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

Araraquara, 09 de novembro de 2007.

RONALDO SOUZA FERREIRA DA SILVA