

Denise Piotto Leonardi

**Avaliação da instrumentação rotatória com
limas de níquel e titânio, K3 e RaCe, em canais
radiculares curvos simulados**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Araraquara da
Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho", para obtenção do título
de Mestre em Odontologia (Área de
Concentração: Endodontia)

Orientador: **Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard**

Araraquara
2004

1) Introdução

O tratamento endodôntico é regido por determinados princípios básicos, segundo os quais todas as fases deste tratamento são igualmente importantes, uma vez que se tratam de fases essencialmente interdependentes. Assim, a desconsideração de ou a falha em qualquer uma dessas fases dificulta ou até mesmo impede a realização da etapa subsequente, podendo até ocorrer o fracasso de toda terapia.

Geralmente, a ocorrência de acidentes operatórios é maior durante o preparo biomecânico, devido a determinadas dificuldades como, por exemplo, a anatomia interna específica de cada dente, a qual também é responsável por aumentar o tempo gasto com a realização desse preparo. Estes acidentes, por sua vez, também podem determinar o fracasso do tratamento endodôntico.

De acordo com vários autores, algumas considerações podem ser feitas a respeito do preparo biomecânico no tratamento de canais radiculares. A limpeza e o preparo do canal radicular são de fundamental importância no tratamento endodôntico e a capacidade de alargar um canal radicular, entre outras, sem desviá-lo durante a instrumentação, é fundamental na endodontia ⁶⁴.

Para LEONARDO & LEAL ⁵⁴ (1998),

O preparo biomecânico consiste em se procurar obter um acesso direto e franco às proximidades da união Cimento-Dentina-Canal (limite CDC), preparando-se a seguir o canal dentinário, “campo de ação do endodontista”, através da limpeza química/mecânica e, ao mesmo tempo, atribuindo-lhe uma conformação cônica com o objetivo de receber uma fácil e perfeita obturação.

Ainda segundo esses autores, esta fase possui diversas finalidades. Nas **biopulpectomias**, tem por objetivo eliminar a possibilidade de infecção superficial da polpa; remover a polpa coronária e radicular, sangue infiltrado nos

túbulos dentinários e restos pulpares, raspas de dentina e a camada residual conseqüentes da instrumentação do canal radicular; evitar o escurecimento da coroa dental; confecção do Batente Apical; ampliar o canal radicular e alisar suas paredes, proporcionando-lhe uma forma cônica e preparando-o para uma fácil e adequada obturação; manter a vitalidade dos tecidos de todo “sistema de canais radiculares” e principalmente do coto pulpar. Nas **necropulpectomias**, possui a finalidade de neutralizar o conteúdo tóxico presente em toda extensão do canal radicular; remover do sistema de canais radiculares as bactérias e seus produtos; remover restos necróticos, dentina infectada e amolecida que poderão impedir a ação dos medicamentos intracanaís utilizados como curativo de demora nas necropulpectomias, caso permaneçam no canal radicular; preparar o Batente Apical; alargar o canal radicular e alisar suas paredes, proporcionando-lhe uma forma cônica e preparando-o para receber, quando necessário, uma medicação tópica entre sessões, bem como uma obturação o mais hermética possível; minimizar as curvaturas do canal radicular; remover raspas de dentina conseqüentes da instrumentação; remover a camada residual, favorecendo, assim, a ação do “curativo de demora” e permitindo um melhor contato entre o material obturador e as paredes dentinárias.

Também SHILDER⁸¹ (1974), concorda com o fato de que o preparo biomecânico do canal radicular deve promover a limpeza e a modelagem do mesmo (Cleaning & Shaping). A limpeza, tanto para ele quanto para Leonardo & Leaf⁵⁴, conforme exposto acima, representa a remoção de todo o material orgânico, como restos pulpares, raspas de dentina, camada residual, etc., que constituem também substratos para a proliferação bacteriana. A modelagem representa o estabelecimento de um preparo cônico do canal radicular, no sentido apical para

cervical, porém mantendo suas características iniciais, conforme LEONARDO & LEAL⁵⁵ (1998). Segundo THOMPSON & DUMMER⁹⁵ (1998), esta adequada conformação do canal radicular irá facilitar a sua obturação.

No preparo biomecânico ocorre a soma dos atos operatórios de instrumentação do canal radicular com o ato de irrigação deste canal, com solução própria, e a sua devida aspiração. Este preparo é dividido, de maneira didática, em *meios químicos*, por intermédio das soluções irrigadoras; *meios físicos*, que é o ato simultâneo de irrigar, aspirar e inundar o canal radicular com a solução irrigadora indicada e *meios mecânicos*, que é ato operatório de instrumentação dos canais radiculares.

O meio mecânico é auxiliado pelos meios químico e físico e, assim, concluímos que a instrumentação, a irrigação, a aspiração e a inundação dos canais radiculares compõem um processo único, simultâneo e contínuo.

A instrumentação do canal radicular libera detritos e rasas de dentina (camada residual) que poderão obstruir os túbulos dentinários, impedindo a ação do curativo de demora sobre as bactérias ali localizadas, no caso de dentes infectados. Essa camada também pode prejudicar o selamento da obturação do canal radicular nas biopulpectomias e necropulpectomias.

Para a instrumentação convencional de canais radiculares existem várias técnicas, sendo uma delas a instrumentação clássica, na qual os instrumentos são usados manualmente, penetrando em todo o comprimento real de trabalho, durante o preparo do canal radicular. Esse tipo de instrumentação pode ser dificultado devido à presença de irregularidades anatômicas, como curvaturas acentuadas ou canais atresiaados, as quais podem levar a ocorrência de acidentes

operatórios como: perfuração, degrau e “zip”. Outro fator negativo associado à instrumentação clássica consiste no longo tempo necessário para concluí-la, principalmente, em canais curvos e/ou atresiados.

Segundo LEONARDO & LEAL⁵⁵ (1998), Clem, já em 1969, realçou a importância de uma outra técnica, o preparo escalonado em canais radiculares curvos, sugerindo o uso somente de instrumentos de pequenos calibres na porção apical do canal radicular e, a seguir, o emprego de um preparo com recuo escalonado progressivo, com aumento sucessivo de diâmetro dos instrumentos, por ele denominado “Step Preparation”, isto é, preparação em degraus.

Com relação aos instrumentos endodônticos utilizados, as primeiras fabricações não eram padronizadas. Eram fabricados de aço carbono e se oxidavam em contato com as substâncias químicas utilizadas no preparo dos canais radiculares.

Ingle²⁴ propôs que os instrumentos fossem fabricados em aço inoxidável e dentro de normas de padronização, que incluíssem, dentre outras coisas, um aumento de calibre mais racional, o que tornaria a instrumentação dos canais radiculares curvos mais rápida e segura.

Como se pode observar, diferentes instrumentos e técnicas para a instrumentação dos canais radiculares foram criados, com o objetivo de facilitar e simplificar o preparo do canal radicular, ou seja, o seu alargamento, limpeza e atribuição de uma conformação cônica visando uma perfeita obturação. Todavia, a instrumentação do canal radicular com limas de aço inoxidável não é fácil de ser realizada, principalmente, em canais estreitos e curvos. Nesse sentido, tornou-se

necessária a manufatura de instrumentos endodônticos mais flexíveis, que pudessem evitar, nestes casos, a ocorrência dos acidentes operatórios já citados.

Uma nova variedade de liga metálica especialmente desenvolvida, constituída por níquel e titânio, foi introduzida na Odontologia, pela Ortodontia, alegando-se tratar de um material com propriedades físicas adequadas. Como, por exemplo, sua flexibilidade, memória elástica e alto grau de resistência à fratura. Assim, alguns autores sugeriram, no final da década de 80, a confecção também de instrumentos endodônticos utilizando-se essa mesma liga de níquel e titânio⁵³.

Segundo LEONARDO & LEAL⁵³ (1998), essa liga tem sido bastante empregada na fabricação de limas, condensadores, brocas Gates-Glidden, etc. Para PARK⁶⁴ (2001), um dos maiores avanços na Endodontia teria sido a criação de limas endodônticas de níquel e titânio, já que as mesmas, segundo ele, facilitam o preparo biomecânico de canais radiculares curvos.

Todavia, devido à flexibilidade dessas novas limas endodônticas, questiona-se se sua capacidade de aplanar as paredes do canal radicular seria tão efetiva quanto as limas de aço inoxidável⁹⁸. De fato, há muitas discussões^{12, 26, 27} no que diz respeito às propriedades dos instrumentos de níquel e titânio, desde os manuais até o mais recentes acionados a motor: os sistemas rotatórios de limas endodônticas.

Atualmente, diversos sistemas rotatórios de limas endodônticas existem no mercado. Como exemplo podemos citar: Sistema Quantec 2000 (Analytic Endodontics), Sistema Profile. 04/.06 (Dentsply/Maillefer), Sistema K₃ ENDO (SDS Kerr), o Sistema Protaper (Dentsply/Maillefer), Sistema RaCe (FKG) etc. Esses sistemas são representados por um conjunto de limas de níquel e titânio,

mecanicamente acionadas a motor elétrico. As limas de cada sistema possuem propriedades peculiares, relacionadas ao desenho de sua parte ativa. Estas propriedades é que diferenciam estes sistemas entre si. São elas: *desenho da parte ativa*; *forma da secção transversal*; *ângulo de corte* (indica a capacidade de corte); *ângulo helicoidal* (é o ângulo formado entre a lâmina de corte e o longo eixo do instrumento ³⁸ e permite um corte efetivo e a remoção de raspas de dentina ⁵³); *desenho dos sulcos*, as *ranhuras* (permitem a deposição das raspas de dentina durante a sua ação no canal radicular, evitando a compressão das mesmas ⁵³); *guia radial* (superfície radial que em contato com as paredes dentinárias mantém o instrumento centralizado no eixo axial do canal radicular, mesmo em canais curvos, evitando o transporte do forame ⁵³).

As limas rotatórias de níquel e titânio são instrumentos excepcionais quando usados corretamente por um profissional que tenha um bom conhecimento de suas características, como por exemplo, o desenho de sua parte ativa, a sua cinemática de emprego, assim como também da anatomia dental e de todo tratamento endodôntico. Por outro lado, a simplicidade técnica aparente, no uso destes instrumentos, costuma dar margens a interpretações simplistas com relação ao seu manuseio. Na verdade, sem um bom conhecimento de anatomia e patologia, a instrumentação rotatória não melhorará os resultados dos tratamentos endodônticos, conforme se espera⁸².

De fato, há um grande interesse por parte das indústrias que fabricam instrumentos endodônticos, bem como por parte dos profissionais da área, no que se refere à produção destes instrumentos acionados a motor. Principalmente, sob a alegação dos supostos benefícios que eles podem trazer para a endodontia, conforme já discutido anteriormente³⁶.

Conforme se pode observar existe atualmente no campo da endodontia uma certa super valorização das propriedades e dos benefícios no uso destes instrumentos rotatórios, porém sem os devidos cuidados científicos, principalmente dos sistemas rotatórios mais recentes. Ou seja, até o presente momento as afirmações quanto às suas supostas vantagens têm muito mais se limitado ao âmbito do discurso endodôntico em voga e a interesses de mercado, do que em fatos cientificamente comprovados. O que se torna preocupante posto que a difusão deste sistema de instrumentação em nosso meio pode assumir muito mais a característica de um “modismo” do que, de fato, a divulgação de uma técnica segura e comprovadamente eficiente. Ora, embora muito se alardeie em torno à questão da importância, da funcionalidade e praticidade no uso destas limas, ainda é e sempre será de grande importância a realização de pesquisas com o objetivo, por exemplo, de se avaliar a ação dos sistemas rotatórios de limas de níquel e titânio sobre as paredes do canal radicular após a sua instrumentação, visto o grande número de novos sistemas rotatórios de limas de níquel e titânio que surgem no mercado atual.

Na medida em que nossos objetivos consistem em avaliar, comparativamente, o desempenho destes sistemas de lima, nossa pesquisa apresenta, portanto, uma relevância tanto clínica quanto científica. Uma vez que se faz necessários estudos que comprovem a ação sobre as paredes dos canais radiculares, proporcionada pela instrumentação com sistemas rotatórios de limas de níquel e titânio, esta investigação pode contribuir para a evolução do tratamento clínico endodôntico, como também da odontologia clínica em geral, bem como propiciar dados científicos que fundamentem às alegações atuais, sob os benefícios desta técnica, para que estas não sejam pautadas em suposições empíricas e sim em estudos teórico-científicos.

2) Revisão de Literatura

Neste capítulo será feita uma revisão e avaliação sobre diferentes técnicas de instrumentação sob diferentes metodologias.

Em 1975, Weine et al.¹⁰¹ observaram as possíveis deformações que poderiam ocorrer durante a instrumentação de canais radiculares. Para isso, eles instrumentaram canais radiculares simulados em blocos de resina e de dentes extraídos. Foi demonstrado que toda lima, pré-curvada ou não, tinha a tendência a se tornar reta quando dentro do canal radicular, assim, desgastando as paredes convexas do mesmo e determinando um desgaste com a forma de gota, no ápice, que foi denominado de “zip”, que acontecia quando o instrumento agia ultrapassando a extensão do canal radicular artificial. O zip apical prejudicará o selamento do canal radicular com o material obturador. Os autores também observaram que as deformações das paredes dos canais simulados em blocos de resina foram semelhantes às aquelas observadas nas paredes dos canais radiculares dos dentes extraídos, recomendando, então, os tais blocos como modelo experimental.

Foi preconizada, por Abou-Rass et al.¹ (1980), a “instrumentação anti-curvatura” para preparar canais radiculares curvos e atresiadados, com o objetivo de prevenir a perfuração e o desgaste excessivo (stripping) em uma das paredes do canal radicular. A instrumentação anticurvatura deve ser realizada na região denominada “zona de segurança”, que é a região onde a parede da raiz é mais espessa. A “zona de perigo”, que é a região onde a parede da raiz é mais delgada, deve ser evitada. Desta maneira, o desgaste anticurvatura deve ser feito na parede externa da curvatura do canal. Por exemplo, se a curvatura da raiz é para a região distal, o canal deve ser instrumentado nos sentidos mesial, vestibular e lingual. Para

facilitar a instrumentação anticurvatura, os autores preconizaram a utilização de instrumentos endodônticos movidos a motor, denominado Peezo números 1 ou 2, nos três milímetros do início da embocadura do canal. Os autores recomendam, após o uso do instrumento rotatório, o emprego de um instrumento manual para regularizar as paredes do canal radicular.

Goerig et al.⁴⁰ (1982), recomendaram o uso das brocas Gates-Glidden para o preparo do terço cervical e médio dos canais radiculares, com o objetivo de eliminar as interferências dentinárias do terço coronário e oferecer um acesso direto à região apical, tornando mais rápida e eficiente a instrumentação do terço apical. Há uma redução da quantidade de restos pulpare e microorganismos neste terço, pelo fato da solução irrigadora conseguir penetrar mais profundamente, com tal preparo feito. Os autores recomendam também a técnica telescópica com recuo progressivo de 0,5 mm entre os instrumentos utilizados no interior do canal radicular, isso para o preparo do terço apical das raízes.

Em 1985, foi preconizada por Roane et al.⁷⁰, a técnica de instrumentação de canais radiculares denominada “Técnica de forças balanceadas”. Esta técnica permite a instrumentação de canais radiculares com curvaturas bastante acentuadas, sem comprometer o alargamento dos mesmos. Os autores também recomendaram uma inativação da ponta ativa dos instrumentos endodônticos. Eles asseguram que essa modificação na ponta ativa dos instrumentos, acompanhada pela aplicação desta técnica, evita a ocorrência de falhas na instrumentação dos canais radiculares.

A validade da utilização de blocos de resina, em comparação à utilização de dentes extraídos, para a avaliação da instrumentação de canais radiculares, foi determinada por Lim & Webber⁵⁷ (1985). Eles instrumentaram canais

curvos artificiais em blocos de resina e em dentes extraídos, usando a técnica de instrumentação escalonada regressiva com limas tipo Kerr. Foram realizadas mensurações radiográficas e fotográficas. Os autores constataram que não houve diferença entre os blocos de resina e os dentes extraídos, validando, então, o uso dos mesmos.

Bramante et al.¹⁷ (1987), introduziram uma metodologia de estudo da anatomia do canal radicular, antes e após a instrumentação dos canais radiculares. Nesta técnica, um dente extraído foi inserido em resina acrílica, obtendo-se um bloco piramidal. Depois que a resina acrílica se polimerizou, foram feitas, no bloco, ranhuras transversais com disco de carborundum. A seguir, o bloco foi colocado em um suporte de madeira, dentro do qual foi vazado gesso pedra, até a metade do bloco de resina. Antes de o gesso tomar presa, foram feitas ranhuras nele, funcionando como sulcos guias. Após a presa do gesso, foi feita a sua lubrificação e a outra metade do bloco de resina foi encoberta por uma nova camada de gesso pedra. Desta maneira, foi possível confeccionar uma mufla, que depois de aberta, o bloco de resina foi removido. Depois, o bloco de resina foi seccionado em três partes e estas foram fotografadas de maneira padronizada. As secções foram, então, novamente colocadas na mufla e o canal foi instrumentado. Após a instrumentação dos canais, foram tiradas novas fotografias das secções das raízes. Assim, esta metodologia possibilitou comparar, precisamente, as alterações dos canais radiculares, antes e depois da instrumentação.

Esberard et al.³⁵ (1987) fizeram uma avaliação histológica da eficiência de diferentes técnicas de preparo biomecânico (manual, mecânica e ultra-sônica). Foram utilizadas 32 raízes de primeiros pré-molares superiores recém-extraídos e

armazenados em água, os quais foram divididos em 2 grupos de 8 dentes cada um. Os canais radiculares foram preparados empregando-se diferentes técnicas de instrumentação: manual, mecânica (Racer) e ultra-sônica com os aparelhos Cavi-Endo e Profi-Endo. Foram utilizadas, neste estudo, limas tipo K-Flex e os canais foram irrigados com solução de detergente aniônico (Tergentol). A análise histológica seriada mostrou que a instrumentação manual deixou as paredes dentinárias mais regulares, porém a instrumentação ultra-sônica foi mais efetiva quanto a capacidade de remover a camada de pré-dentina e de maior alargamento dos canais radiculares. O estudo foi feito comparativamente entre as raízes vestibular e lingual de um mesmo dente para cada grupo.

Walia et al.⁹⁹ (1988), introduziram na Endodontia, as limas fabricadas com uma liga de níquel e titânio (Nitinol). Os autores compararam as limas de níquel e titânio de secção triangular número 15, com limas de aço inoxidável também de número 15, com a mesma secção triangular e fabricadas pelo mesmo processo. Foram realizados três testes mecânicos, medindo-se o momento de dobra, de torção no sentido horário e de torção no sentido anti-horário. As foram aplicadas a 3 mm do ápice e as limas foram comparadas em relação a flexibilidade relativa e à resistência à fratura na torção. Foram feitas fotografias das limas em microscópio eletrônico antes dos testes para observar o efeito do processo de fabricação e após o teste de torção para comparar a morfologia da superfície de fratura. Os autores concluíram que em virtude de seus baixos valores da memória elástica, as limas de Nitinol apresentaram uma flexibilidade duas a três vezes maior do que as limas de aço inoxidável, além de serem superiores em relação à resistência à fratura, quando em torção no sentido horário ou anti-horário. Os autores sugerem, com base nos

resultados deste trabalho, que as limas de Nitinol sejam promissoras para o preparo de canais radiculares curvos.

Ahmad & Pittford ³ (1989), estudaram os efeitos da instrumentação ultrassônica na forma de preparo de canais curvos simulados. O deslocamento das limas foi medido para observar uma possível relação entre esse deslocamento e a capacidade de corte da lima. Foram instrumentados 25 canais simulados em blocos de resina, utilizando o aparelho de ultra-som Cavi-Endo, na potência I e água como solução irrigadora. Um outro grupo de 25 canais simulados recebeu o mesmo tratamento, mas foram instrumentados utilizando o aparelho de ultra-som Enac, na potência I com a mesma solução irrigadora. As limas utilizadas foram as ultrassônicas tipo K Cavi-Endo, para ambos os grupos. A forma do canal e a incidência de formação de degraus foram avaliados a partir de fotografias tiradas antes e após a instrumentação dos canais. Todos os canais mostraram uma desigual remoção de resina ao longo do canal simulado, com maior remoção na parte coronária. O grupo, no qual foi utilizado o aparelho Enac, mostrou uma maior incidência de degraus que ocorreram mais apicalmente do que no grupo no qual foi utilizado o aparelho Cavi-Endo. Não houve diferença significativa entre os grupos quanto à quantidade do alargamento apical do canal. No terço coronário, o aparelho Enac apresentou melhor capacidade de corte. Este aparelho também causou maior desvio apical. Em ambos os grupos, mais degraus foram formados no final da instrumentação, quando se utilizam limas menos flexíveis (de maior calibre).

O efeito da ampliação da porção cervical dos canais radiculares no desvio apical dos mesmos foi estudado por Swindle et al.⁸⁶ (1991), após a instrumentação dos canais radiculares pela técnica da força balanceada. Para avaliar o desvio apical, os autores empregaram o método radiográfico de dupla exposição, e

constatarem que, quanto antes o preparo cervical for realizado, mais fácil será a instrumentação, mesmo não tendo existido diferença no transporte apical realizando ou não o preparo prévio da porção cervical do canal radicular.

Briseño & Sonnabend¹⁸ (1991), utilizaram 180 canais simulados em blocos de resina transparente, para avaliar a instrumentação com os seguintes instrumentos: Alargadores (Antaeos), Limas K (Antaeos), Limas Hedströen (Antaeos), K-Flex (Kerr), Flexofile (Maillefer), S-Files (Svenka Dental Instruments), Burns Unifiles (Caulk), Flexicut (Antaeos) e Flex-R (Union-Broach). Os canais foram corados e em seguida foram instrumentados com movimento semelhante ao da “Técnica de forças balanceadas”. Foram feitas fotografias dos blocos de resina, antes e após a instrumentação, fazendo exposição dupla e padronizada, possibilitando, no final, a superposição das duas imagens nas fotografias, sem nenhuma distorção visual. Os dados obtidos com este trabalho mostraram que, independente do tipo de instrumento, nenhum conseguiu reproduzir os resultados ideais, porém, os resultados obtidos com todos os instrumentos foram clinicamente aceitáveis. Todos os instrumentos apresentaram características semelhantes em relação ao transporte de material apical e coronário.

Foi realizado um estudo por Al-Omari et al.⁴ (1992), para avaliar a eficácia de diferentes limas. Os autores utilizaram, para isso, 300 blocos de resina com canais simulados, com curvaturas de vários ângulos e posições, e testaram os seguintes instrumentos: limas K (Kerr), K-Flex (Kerr), Flexofile (Maillefer), Flex-R (Union-Broach), Hedströen (Micro-Mega) e Unifile (Dentsply). A técnica de instrumentação utilizada foi a “Step Back”, com instrumentação anticurvatura. Este trabalho foi feito em duas partes, e a parte 1, avaliou a eficácia dos instrumentos quanto ao tempo de preparo, fratura do instrumento, perda do comprimento de

trabalho, perda do peso do bloco de resina acrílica e a lisura das paredes dos canais artificiais. Como resultado foi obtido que as limas Hedströen foram as que prepararam mais rápido os canais artificiais. As limas Unifile foram as que mais deformaram e fraturaram. A perda do comprimento de trabalho ocorreu com todos os instrumentos testados, sendo maior com as limas K, que também foram as que produziram uma menor perda de peso dos blocos de resina acrílica. Foi concluído, com esse estudo, que as limas Flexofile, Flex-R e Hedströen parecem ser consideravelmente mais eficazes que as limas K, K-Flex e Unifile.

A eficácia das limas K (Kerr), K-Flex (Kerr), Flexofile (Mailleffer), Flex-R (Union Broach), Hedströen (Micro-Mega) e Unifile (Dentsply) foi avaliada por Al-Omari et al.⁵ (1992), em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do mesmo. Foram utilizados, para isso, 60 blocos de resina acrílica com canais radiculares artificiais simulados, tendo estes canais diferentes comprimentos e graus de curvatura. A técnica de instrumentação utilizada neste trabalho foi a “Step-Back”, com instrumentação anticurvatura. Foram feitas fotografias dos canais artificiais antes da instrumentação, com cones de prata no seu interior. Após a instrumentação foram feitas novas fotografias, mas sem o cone de prata no interior dos canais artificiais, seguindo o mesmo padrão das iniciais. Foi feita a superposição das fotos e, em seguida, medida e analisada as diferenças. Foi concluído pelos autores que o transporte de canais foi um achado constante com todos os instrumentos. Este trabalho mostrou também que as formas dos canais produzidas com as limas Flexofile e Flex-R foram superiores às produzidas com as limas K, K-Flex, Hedströen e Unifile.

Em 1992, Fachin & Cassol³⁷ estudaram, in vitro, o efeito de diferentes calibres de limas no preparo apical do canal radicular. Foram utilizados pré-molares

extraídos, com um e dois canais, preparados com calibres crescentes de limas na porção apical do canal radicular. Após o preparo, foi feita a descalcificação e corte transversal dos dentes em cinco partes. Dois observadores avaliaram os segmentos quanto à limpeza, forma e regularidade. Os autores verificaram que a região apical dos dentes com um canal se mostrou mais limpa, circular e regular quando foram utilizadas limas nº40, comparadas com limas menos calibrosas. Nos dentes com dois canais foram observados resultados semelhantes com a lima nº 30.

Himel et al.⁴⁸ (1994), fizeram um estudo para avaliar a efetividade de limas de níquel e titânio rotatórias e manuais Nitinol e das manuais de aço inoxidável com diferentes técnicas de instrumentação, utilizando noventa blocos de resina acrílica. Neste estudo estas limas foram utilizadas em movimento de limagem “push-pull”, movimento de alargamento e movimento de rotação. Foram feitas imagens em computador destes blocos de resina, antes e depois da instrumentação dos canais artificiais. As diferenças entre o antes e o depois das imagens foram medidas e avaliadas. Como resultado foi demonstrado que as limas Nitinol, quando utilizadas em movimento de limagem, produziram um maior desgaste na parede externa do canal, de 3 a 6 mm aquém do comprimento de trabalho. As limas de aço inoxidável desgastaram mais na parede externa do canal, no comprimento de trabalho e na zona de risco. Em movimento rotatório, as limas Nitinol foram as mais rápidas e foram as que melhor mantiveram a forma do canal. Foi concluído, com este trabalho, que as limas Nitinol devem ser utilizadas empregando movimento de alargamento e que elas agem efetivamente na modelagem do sistema de canais radiculares.

Aragão & Garcia ⁶ (1994), compararam a eficiência das técnicas de instrumentação escalonada complementada por brocas Gates-Glidden, Oregon Modificada, ultra-sônica, ultra-sônica seriada pré-escalonada com brocas Gates-

Glidden e ultra-sônica seriada pré-escalonada com lima diamantada na limpeza dos canais radiculares. Essa limpeza era evidenciada pela remoção de corante que preenchia os canais antes da instrumentação. Terminada a instrumentação, os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-palatino, longitudinalmente, e as paredes dos canais foram avaliadas. Os resultados permitiram concluir que a técnica de Oregon Modificada limpou os canais melhor que as outras técnicas e que o pré-escalonamento aumentou a eficiência das técnicas de instrumentação estudadas.

Em 1995, Tepel et al.⁸⁷ analisaram a eficiência de corte de alguns instrumentos endodônticos de aço inoxidável, de aço inoxidável flexível e instrumentos de níquel e titânio de diferentes marcas. Foi utilizado neste trabalho um aparelho, que simula o uso clínico do instrumento, para instrumentar canais artificiais em blocos de resina. Os resultados obtidos foram que as limas K Nitinol apresentaram a pior eficiência de corte. As limas tipo K, principalmente, e os alargadores de aço inoxidável foram superiores. As limas que apresentaram a melhor eficiência de corte foram as limas flexíveis de aço inoxidável.

A técnica de Bramante modificada e um programa de subtração digital de imagem foram utilizados, por Glosson et al.³⁹ (1995), para comparar sessenta canais mesiais das raízes de molares inferiores extraídos, que foram instrumentados com instrumentos manuais de níquel e titânio (Mity e Canal Master U), instrumentos de níquel e titânio movidos a motor (NT Sensor e Lightspeed) e instrumentos manuais de aço inoxidável (K-Flex). As raízes foram divididas em cinco grupos. No grupo A (K-Flex) a técnica de instrumentação utilizada foi a preconizada por Ingle e os instrumentos foram pré-curvados. No grupo B (Mity), foi utilizada a mesma técnica do grupo A, mas as limas neste grupo não poderiam ser pré-curvadas. No grupo C (NT Sensor), a técnica de instrumentação seguiu as recomendações de Mc Spadden.

O motor usado foi o Aseptico (Kirkland, WA), com uma peça de mão de redução de 16:1 em rotação constante de 300 rpm. No grupo D (Canal Master Umanual) e Grupo E (Lightspeed), a técnica de instrumentação seguiu as recomendações da “University of Texas Health Science Center at San Antonio”. Para o grupo E, o motor elétrico foi o mesmo já descrito, com rotação constante de 759 rpm. Todos os canais radiculares foram instrumentados até a lima número 30, a 0,5 mm aquém do comprimento total do canal, e posteriormente fotografados. Em seguida, foram instrumentados até a lima de número 45 e escalonados com recuos de 1,0 mm até o instrumento 60. Os canais radiculares foram novamente fotografados e as fotos digitalizadas. Foi feita a subtração da imagem dos canais preparados com a imagem anterior ao preparo. Os seguintes critérios foram observados: direção do transporte do canal radicular, área de dentina removida, coeficiente de centralização de cada instrumento e tempo de preparo. Os autores observaram que os instrumentos de níquel e titânio movidos a motor, Lightspeed e NT Sensor, e o Canal Master U manual causaram significativamente menor transporte do canal radicular, permaneceram mais centralizados no canal radicular, removeram menor quantidade de dentina e produziram preparos mais circunferenciais do que as limas K-Flex (aço inoxidável) e Mity (Níquel e titânio). Neste trabalho, os instrumentos acionados a motor Lightspeed e NT Sensor foram bem mais rápidos que a instrumentação manual.

Esposito & Cunningham³⁶ (1995), estudaram a forma dos canais radiculares, por meio de uma análise radiográfica, após a instrumentação com as limas manuais NT de níquel e titânio (Mac), limas de aço inoxidável K-Flex e limas NT de níquel e titânio movidas a motor, utilizando um micromotor elétrico Ni-Ti-matic. Foram selecionados 45 dentes com canais radiculares com curvatura entre 20 e 45

graus. Em todos os dentes, a instrumentação foi feita até a lima número 45, no comprimento de trabalho. Durante a instrumentação, foram tiradas um total de 5 radiografias, sempre com uma lima no interior do canal radicular. As radiografias foram digitalizadas em um computador, e suas imagens foram sobrepostas e comparadas. Neste trabalho, os instrumentos manuais e rotatórios de níquel e titânio mantiveram a forma original do canal radicular em todos os casos. A ocorrência do desvio da forma original do canal radicular, com os instrumentos de aço inoxidável, aumentou de acordo com o aumento do calibre do instrumento. Com os instrumentos de calibre maiores que o número 30, a diferença entre os grupos níquel e titânio e aço inoxidável tornou-se estatisticamente significativa. Neste trabalho, as limas de níquel e titânio foram mais efetivas em manter a forma original do canal radicular em raízes curvas, quando o preparo apical era dilatado com instrumentos de calibre superior ao número 30.

Schäfer et al.⁷⁵ (1995), avaliaram a eficácia em modelar do canal radicular das limas de níquel e titânio tipo Kerr, dos alargadores e limas tipo Kerr de aço inoxidável, e dos instrumentos flexíveis de aço inoxidável com pontas ativas e com pontas inativas. Os autores utilizaram um aparelho de teste computadorizado para simular o uso clínico dos instrumentos. A instrumentação foi feita em blocos de resina acrílica, com canais simulados com 42 graus de curvatura. A instrumentação foi feita, em todos os canais artificiais, a partir do instrumento número 15 até o instrumento número 35. Os instrumentos testados foram as limas de níquel e titânio tipo Kerr da Mity (Ridgefield, CT), Niti (Chattanooga, TN) e Texceed (Costa Mesa, CA), as limas tipo Kerr e alargadores de aço inoxidável de ponta inativa da Antaeos (Munich, Germany), Kerr (Karlsruhe, Germany), Maillefer (Ballaignes, Switzerland) e Union Broach (New York, NY). Antes e após a instrumentação foram feitas

fotografias dos canais artificiais com um aumento de 40 vezes. A diferença entre a forma inicial e final do canal artificial foi medida em 14 pontos diferentes da curvatura. Em todos os casos, como resultado da instrumentação, ocorreram mudanças indesejáveis na forma do canal artificial. Na parede interna da curvatura, nenhum dos instrumentos testados foi capaz de remover material em toda a sua extensão. Na parede externa da curvatura, todos os instrumentos removeram material de todo o seu comprimento, resultando em uma saliência branda ou severa. A quantidade de mudanças indesejáveis na forma do canal artificial dependeu do instrumento utilizado. Os melhores resultados foram alcançados com os instrumentos flexíveis de ponta inativa.

Poulsen et al.⁶⁹ (1995), avaliaram a eficácia dos instrumentos de níquel e titânio (Lightspeed Technology) quanto à morfologia do preparo do canal radicular em função do número de rotações empregadas nessa fase. Com a técnica de instrumentação recomendada pelo fabricante foram instrumentados 36 canais mesiais de molares inferiores com curvaturas entre 15 e 31 graus. Foram empregadas, para a instrumentação, 3 rotações diferentes: 750, 1300 e 2000 rpm. A avaliação dos preparos dos canais radiculares foi feita pela sobreposição de imagens digitalizadas obtidas antes e após o preparo dos terços médio e apical dos canais. Os autores observaram, a partir dos resultados obtidos, que não houve diferença estatisticamente significativa nos 3 grupos experimentais, quanto a quantidade de dentina removida, transporte do canal radicular e a capacidade do instrumento em permanecer centrado no canal radicular.

Luiten et al.⁶⁰ (1995), compararam a instrumentação em canais radiculares curvos de dentes extraídos com curvatura média de 25 graus com os

seguintes instrumentos: limas tipo Kerr, empregando as técnicas escalonadas regressiva e progressiva, instrumentação sônica com limas Shaper-Sonic e o Sistema NT Matic com limas NT Engine. Os autores utilizaram o método radiográfico de dupla exposição, preenchendo o canal radicular com mercúrio, antes e após a instrumentação. Foi feita uma análise computadorizada e não foi observada diferença estatisticamente significativa quanto ao transporte do canal radicular. A instrumentação sônica aumentou significativamente a conicidade cervical, a técnica progressiva foi a que produziu maior quantidade de degraus. Os autores ressaltaram que o modelo desenvolvido para este estudo demonstrou ser um método eficaz para comparar técnicas de instrumentação quanto ao efeito dos instrumentos nas paredes dos canais radiculares.

A eficiência de instrumentação, com diferentes marcas de limas de níquel e titânio foi analisada comparativamente por Camps & Pertot²⁶ (1995). Os autores utilizaram, neste estudo, as limas de níquel e titânio: Brasseler, JS Dental (JS Dental Inc, Ridgefield, CT, USA) e Maillefer. Como controle foram utilizadas 2 marcas de limas de aço inoxidável fabricadas pela Maillefer: as limas tipo K e as limas Flexofile. Em cada grupo, instrumentos de número 15 a 40 foram testados em blocos de resina acrílica, com movimento linear, simulando o movimento clínico utilizado para a remoção da lima do canal radicular. Cada instrumento realizava 100 movimentos de vaivém. Para isto foi utilizado um aparelho especial que aplicava uma carga sobre a lima. A carga aplicada era aumentada proporcionalmente, de acordo com o aumento do calibre da lima. A profundidade das ranhuras produzidas na resina foi medida com um microscópio. Posteriormente, um instrumento de cada grupo foi incluído em resina e seccionado a 14 mm da ponta para o exame de sua secção transversal em microscópio óptico. A partir dos resultados obtidos, os autores

observaram que a secção transversal do instrumento influencia na sua eficiência de instrumentação, sendo os instrumentos de secção triangular mais efetivos que os instrumentos de secção quadrangular. Há uma diferença significativa entre a eficiência de instrumentação das limas Kerr de níquel e titânio. Há necessidade de novas especificações para a eficácia de corte de instrumentação dos instrumentos endodônticos.

Ainda em 1995, Camps & Pertot²⁷ realizaram um estudo com a finalidade de comparar a rigidez e a resistência à fratura de quatro marcas de limas K de níquel e titânio: Brasseler (Savannah, GA, USA), JS Dental (JS Dental Inc., Ridgefield, CT, USA), McSpadden (NT Co Inc., Chattanooga, TN, USA) e Maillefer (Maillefer AS, Ballaigues, Switzerland). As limas de aço inoxidável tipo K da Maillefer foram utilizadas como controle. Os instrumentos testados foram os de número 15 a 40 e os testes seguiram a especificação número 28 da ANSI/ADA, tanto em relação à resistência à fratura pela torção, como em relação à dureza pelo momento da dobra. Os resultados mostraram que as limas K de níquel e titânio (NiTi) satisfizeram as especificações em relação a rigidez e a deflexão angular no momento da fratura. O torque máximo do momento da fratura foi alcançado com todos os instrumentos, exceto as limas NiTi número 40 Maillefer, e as limas NiTi número 30 McSpadden. As limas K NiTi apresentaram um menor torque na fratura do que as limas K de aço inoxidável e mesma rotação no momento da falha, apresentaram também um momento de dobra 5 vezes menor do que as limas K de aço inoxidável com um ângulo de deformação permanente nulo.

Em 1995, Pertot et al.⁶⁶, fizeram uma avaliação e compararam a configuração do canal radicular após a instrumentação com 3 tipos de instrumentos: Canal Master U de aço inoxidável, Canal Master U de níquel e titânio e técnica de

escalonamento regressivo com limas de aço inoxidável tipo K onde as limas foram pré-curvadas. Foram utilizados 63 blocos de resina que foram divididos em 3 grupos com 21 blocos cada um. A avaliação da configuração do canal artificial foi feita com base em fotografias pré e pós-operatórias, onde foi comparada a diferença no diâmetro do canal artificial em diferentes níveis e o transporte do mesmo no sentido mesio-distal. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística de variáveis (ANOVA). Os resultados demonstraram que as técnicas que utilizam o sistema Canal Master U, proporcionaram uma melhor configuração final do canal do que as limas tipo K de aço inoxidável. Este estudo demonstrou ainda que os instrumentos Canal Master U de níquel e titânio e as limas tipo K de aço inoxidável são mais seguras em relação ao risco de fratura, do que o Canal Master U de aço inoxidável.

Royal & Donnely⁷² (1995), fizeram um estudo comparativo, por meio de análise radiográfica, utilizando a técnica de instrumentação de Forças Balanceadas com as limas Flex-R (Union Broach), K-Flex (Kerr), ambas de aço inoxidável e com as limas de níquel e titânio (Brasseler). Os canais (vestibulares ou mesiais de molares) foram instrumentados até a lima número 45. Foram feitas radiografias pré e pós-operatórias com uma lima no interior do canal. Estas radiografias foram posteriormente projetadas, para que se delineasse a conformação dos instrumentos. De acordo com o Método de Schneider, a curvatura do canal de todas as radiografias foi medida. Foi realizada a análise comparativa dos desenhos antes e após a instrumentação. Os resultados deste trabalho demonstraram estatisticamente, que ocorreu menor redução da curvatura do canal com as limas de níquel e titânio quando comparadas com as limas Flex-R e K-Flex. Foi concluído que as limas de níquel e titânio, utilizadas com a técnica de Forças Balanceadas, são mais seguras do que as Flex-R e K-Flex, na instrumentação de canais radiculares curvos.

No trabalho realizado por Tharuni et al.⁸⁸ (1996), foi feita a comparação da instrumentação das limas tipo Kerr (Kerr, Romulus, MI) com os instrumentos LightSpeed (Lightspeed Technology, Inc., San Antonio, TX), instrumentando 24 blocos de resina, com canais artificiais com curvatura de 38 graus. Inicialmente, uma tinta radiopaca foi injetada nos blocos de resina e em seguida eles foram radiografados. Foram feitas fotografias das imagens radiográficas com um aumento de 4 vezes. Os canais simulados foram medidos a 1,3,5, e 7 mm do ápice. O meio de contraste foi removido dos canais artificiais e a instrumentação foi feita em movimento de limagem circunferencial, até o instrumento número 35, apicalmente, e escalonada até o instrumento número 80. A largura dos canais artificiais foi medida nos mesmos níveis, antes e após a instrumentação. A análise dos resultados foi baseada na alteração da largura do espaço do canal e na incidência de formação de degrau. Os autores concluíram que as limas tipo Kerr provocaram um maior alargamento do terço apical do canal, com uma maior incidência de transporte, formação de “zips” e de degraus, também em nível apical. Os instrumentos LightSpeed permaneceram mais centralizados nos canais, com uma mínima incidência de transporte, formação de “zip's” e de degrau apical. Os autores ainda consideraram o instrumento LightSpeed mais adequado para um preparo eficiente dos canais curvos.

Foram comparados 3 métodos de instrumentação manual e 2 mecânicos, por Abou-Rass & Ellis² (1996). A instrumentação foi feita em 125 blocos de resina acrílica transparente, preenchendo os canais simulados curvos com azul de metileno, para avaliar a forma do canal antes e após a instrumentação. Os blocos foram divididos em 5 grupos: Grupo I, onde a instrumentação foi feita com lima manual (Flexofile), a partir do instrumento de número 15 até o 30; Grupo II, onde os

canais foram preparados no terço cervical com instrumentação mecânica (Canal Finder System), e no terço apical com instrumentação manual (Flexofile), até o instrumento de número 30; Grupo III, onde o preparo foi similar ao grupo II exceto pelo uso no terço cervical da peça de mão automatizada M4; Grupo IV, com canais preparados em toda a sua extensão com o Canal Finder System e o preparo apical realizado até o instrumento número 30; Grupo V, similar ao grupo IV, sendo que neste grupo foi utilizado a peça de mão automatizada M4. Os autores concluíram que é eficiente e seguro o uso do Canal Finder System para o preparo cervical, o preparo apical é mais bem realizado com a instrumentação manual e o uso do Canal Finder System ou M4 em todo comprimento de trabalho para o preparo do canal não é recomendado.

Coleman et al.³⁰ (1996), analisaram comparativamente o preparo de canais radiculares com a técnica de instrumentação escalonada ("Step Back"), utilizando limas K de níquel e titânio (Mity, JS Dental) e limas K de aço inoxidável (JS Dental). Foram utilizadas 20 raízes mesiais de molares inferiores, com curvatura de no mínimo 30 graus, de acordo com a modificação de Lim e Weber da metodologia de Schneider. Os dentes, embebidos em resina, foram seccionados em 3 partes. Para avaliar a instrumentação dos canais radiculares foi utilizado o método de Bramante. Para serem seccionados os canais méso-vestibulares foram marcados com um ponto azul no terço apical, médio e cervical. Foi colocada cera vermelha no interior do canal de cada secção, para a documentação das imagens direto no computador, antes e após a instrumentação. Com o auxílio de um aparato de vidro foi possível padronizar a posição do dente em relação à lente da câmara. As secções foram posicionadas na mufla para a instrumentação. Durante esta fase, as limas foram pré-curvadas e houve uma alternância das limas em relação aos canais méso-

vestibulares e méso-linguais. Não foi utilizada nenhuma solução irrigadora. O tempo de preparo dos canais radiculares também foi documentado. As imagens foram superpostas e analisadas em relação à centralização, ao transporte do canal, à forma do canal e à área de dentina removida. Foi concluído que as limas de níquel e titânio provocaram menor transporte dos canais radiculares e permaneceram mais centralizadas no nível do terço apical. Não houve diferença significativa em relação à área removida, ao tempo de instrumentação e à forma final dos canais radiculares. Os autores acrescentaram ainda que as limas de níquel e titânio, devido a sua alta flexibilidade, são menos eficientes para ultrapassarem saliências, obstruções e canais calcificados.

Harlan et al.⁴³ (1996), compararam através de análise fotográfica, a instrumentação de canais curvos realizada com limas Flex-R (Moyco) de aço inoxidável em relação às limas Onyx (Moyco), fabricadas em níquel e titânio. Foram utilizadas raízes mesiais de molares inferiores com curvatura entre 20 e 40 graus, de acordo com a metodologia de Schneider. Os dentes foram embebidos em resina acrílica e em seguida seccionados em duas partes, perpendicularmente à raiz. As secções das raízes foram então reposicionadas em um suporte especial e os canais foram instrumentados pela técnica de Forças Balanceadas até a lima número 30 e escalonadas até a de número 40. Foi feita fotografia de cada secção da raiz, antes e após a instrumentação. As imagens foram superpostas e projetadas, e em seguida delineadas e digitalizadas. A análise foi baseada na correlação do movimento do centro do canal e da área do canal após a instrumentação com o grau de curvatura da raiz. Os autores concluíram, neste trabalho, que não houve diferença significativa entre os resultados das limas K-Flex e Onyx, em relação ao movimento do centro do canal e à área após a instrumentação, nos cortes apicais. Em relação aos cortes

coronários, as limas Flex-R demonstraram um maior movimento do centro do canal. Nenhuma correlação foi encontrada entre o ângulo de curvatura das raízes e o movimento do canal ou entre o ângulo de curvatura e a área do canal após a instrumentação.

Em 1997, Thompson & Dummer⁹² estudaram os efeitos da instrumentação utilizando instrumentos rotatórios de níquel e titânio NT Engine e McXim. Os autores estudaram esses efeitos na morfologia de canais curvos simulados em blocos de resina acrílica. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 rp.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 35. Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. A avaliação foi feita quanto ao tempo de preparo, deformações na parte ativa dos instrumentos, mudanças no comprimento de trabalho e forma tridimensional do canal. Os resultados deste estudo mostraram que os instrumentos NT Engine e MCXim preparam os canais rapidamente. Pequenas deformações no preparo apical foram notadas, mas a trajetória original do canal foi mantida, dando uma forma cônica excelente. Em alguns casos apresentaram pequena mudança no comprimento de trabalho e deformação da parte ativa de alguns instrumentos.

Thompson & Dummer⁹³ (1997), avaliaram a eficácia dos instrumentos rotatórios NT Engine e MCXim, em relação a prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram sobrepostas as imagens dos canais antes e após o preparo. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 35. Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Antes e após os preparo do canal, as imagens foram obtidas com uma câmera fotográfica. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram analisadas perfurações, formações de “zip” apical, desgaste da parede anticurvatura e forma do preparo que foi medido em 7 pontos no canal radicular. Os autores concluíram que não houve formações de “zips”, perfurações ou desgaste excessivo da parede do canal correspondente a da zona de perigo, sendo os instrumentos estudados de grande valor no arsenal endodôntico.

Thompson & Dummer⁹⁴ (1997), realizaram um estudo para avaliar a eficácia dos instrumentos endodônticos rotatórios de níquel e titânio Profile 0,04 série 29, em canais curvos simulados em blocos de acrílico. Foram confeccionados 40

blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 6 (diâmetro da ponta 0,360 mm). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. A parte 1 deste trabalho descreveu a eficácia dos instrumentos em tempo de trabalho, distorções da parte ativa, alterações no comprimento de trabalho e análise tridimensional da forma de preparo. Foi demonstrado, pelos resultados deste estudo, que os instrumentos de níquel e titânio Profile 0,04 série 29 foram rápidos no preparo do canal, não importando o grau de curvatura. Mudanças ocorridas na parte ativa dos instrumentos foram mais freqüentes nos instrumentos de número 6 (24 instrumentos dos 52 utilizados), seguido do instrumento de número 5 (13 instrumentos dos 52 utilizados), e do número 3 e 4 (7 instrumentos dos 52 utilizados). Não se pode afirmar se esta grande ocorrência de deformações foram devido a resina usada na confecção destes canais ou se foram problemas inerentes a fragilidade dos instrumentos de níquel titânio avaliados. O comprimento de trabalho apresentou maior alteração nos canais em que as curvaturas se iniciavam a 12 mm do orifício de entrada, sendo esta alteração insignificante na diferença estatística. Foram muito boas as conicidades dos preparos e formas finais dos mesmos.

Em 1997, Thompson & Dummer⁸⁹ estudaram a eficácia dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio acionados a motor Profile 0,04 série 29, em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 6 (ISO 0,360). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Antes e após os preparo do canal, as imagens foram obtidas com uma câmera fotográfica. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram observados onze pontos demarcados no comprimento do canal radicular artificial, em relação ao desgaste das paredes pós-preparo. Os autores concluíram que não houve formações de “zips” apicais, perfurações ou desgaste excessivo da parede interna do canal correspondente à zona de perigo. Os canais com curvaturas de 40 graus e que se iniciavam a 12 mm do orifício de entrada, foram os que apresentaram maior incidência de desgaste de resina da parede externa da curvatura. A conicidade final do preparo foi considerada satisfatória.

A eficácia dos instrumentos de níquel e titânio Lightspeed foi analisada por Thompson & Dummer⁹⁰ (1997), quanto ao tempo de preparo do canal radicular, deformações dos instrumentos, mudanças no comprimento de trabalho e a forma tridimensional do canal radicular simulado em bloco de acrílico. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 750 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, terminando no instrumento de número 35. Antes da instrumentação em todo o comprimento de trabalho, foi preparada a entrada do canal artificial, utilizando o instrumento rotatório Canal Master (Brassler USA, Savannah, GA) número 70 a uma profundidade de 3 mm, numa rotação constante de 1300 r.p.m. A instrumentação em toda a extensão do canal (16 mm) foi realizada com os instrumentos de números 20, 22,5, 25, 27,5, 30, 32,5 e 35. A partir do instrumento de número 35 foi feita a instrumentação com um recuo progressivo programado de 1 mm, com os instrumentos (37,5,40,42,5,45,47,5,50,52,5,55,57,5,60,65,70). Com o instrumento de número 35 foi feita a recapitulação final, no comprimento total de 16 mm. Cada instrumento foi utilizado 4 vezes e depois repostos. Como solução irrigadora foi escolhida a água, em quantidade aproximada de 20 mL por bloco. O tempo de preparo do canal, em média, foi de 8 minutos e 12 segundos. Este tempo foi considerado rápido. Durante este estudo, não houve nenhuma deformação da parte ativa em nenhum

instrumento. Não houve diferença significativa entre a forma do preparo do canal e a mudança do comprimento de trabalho. A qualidade do preparo apical e a conicidade do mesmo foi pobre, pressupondo-se que o escalonamento foi ineficiente. A partir dos resultados fica sugerido uma mudança no escalonamento ou um incremento de novos instrumentos com maiores conicidades.

Em seqüência, no mesmo ano, Thompsom & Dummer⁹¹ (1997), estudaram a eficácia dos instrumentos de níquel e titânio LightSpeed, em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Antes e após os preparo do canal, as imagens foram obtidas com uma câmera de vídeo. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 750 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, terminando no instrumento de número 35. Antes da instrumentação em todo o comprimento de trabalho, foi preparada a entrada do canal artificial, utilizando o instrumento rotatório Canal Master (Brassler USA, Savannah, GA) número 70 a uma profundidade de 3 mm, numa rotação constante de 1300 r.p.m. A instrumentação em toda a extensão do canal (16 mm) foi realizada com os instrumentos de números 20, 22,5, 25, 27,5, 30, 32,5 e 35. A partir do instrumento de número 35 foi feita a

instrumentação com um recuo progressivo programado de 1 mm, com os instrumentos 37,5,40,42,5,45,47,5,50,52,5,55,57,5,60,65,70). Com o instrumento de número 35 foi feita a recapitulação final, no comprimento total de 16 mm. Cada instrumento foi utilizado 4 vezes e depois repostos. Como solução irrigadora foi escolhida a água, em quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Foram observados onze pontos demarcados no comprimento do canal radicular artificial, em relação ao desgaste das paredes antes e após preparo. Os resultados deste trabalho mostraram que os instrumentos rotatórios de níquel e titânio Lightspeed não provocaram “zip”, degraus e perfurações, não provocaram desvios, mantendo na maioria das posições analisadas o centro axial do canal radicular. Concluíram os autores serem instrumentos valiosos na adição do arsenal endodôntico.

Bishop & Dummer ¹³ (1997), compararam a capacidade de preparo das limas Flexofile e Nitiflex (Maillefer Instruments AS, Ballaigues Switzerland) em canais simulados em blocos de resina acrílica. Foram preparados 80 canais simulados e divididos em 4 grupos, que se diferenciavam quanto ao grau de curvatura, que poderia ser de 20 ou 40 graus. O início da curvatura poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada dos canais. Todos os canais tinham o mesmo comprimento (16 mm), e foram preparados por um único operador, utilizando a técnica de instrumentação biescalonada modificada, com o método da força balanceada. Com as brocas Gates Glidden de números 1-3 a porção coronária do canal foi dilatada. Para a irrigação abundante e a cada troca de instrumento foi utilizada água, num total de 50 mL por canal. O preparo do canal foi realizado em dois estágios após o alargamento até o diâmetro número 30 e subseqüentemente até o instrumento de número 45 (ISO 0,45). Foram digitalizadas e armazenadas num computador 3 imagens, a pré operatória, a pós operatória primeiro estágio, e a pós operatória

segundo estágio. Essas imagens foram analisadas por meio de um “software”. Foi mais rápido o tempo de preparo do canal com as limas Nitiflex, do que com as Flexofiles. Houve maior número de fraturas e falhas com as limas Flexofiles, comparando com as Nitiflex. As limas Flexofiles criaram mais “zips”, perfurações e degraus. Os canais preparados com as limas Flexofiles estavam significativamente mais dilatados, sob as condições deste estudo. Os autores concluíram que o preparo com as limas Nitiflex foi mais efetivo e ofereceu formas mais apropriadas do que as limas Flexofiles.

Carvalho²⁸ (1997), para verificar a eficácia de duas limas de níquel e titânio utilizou canais méso-vestibulares e méso-linguais de 56 raízes mesiais de molares inferiores humanos. Os dentes foram incluídos em blocos de resina e seccionados no terço cervical e apical das raízes. As secções foram reposicionadas em uma matriz de gesso e o preparo dos canais radiculares foi feito com limas K Mity (JS Dental Ridgefield), Nitiflex (Maillefer) e Flexofile (Maillefer), empregando a técnica clássica. Foram feitas imagens antes e após a instrumentação, e essas imagens foram transferidas para um computador e analisadas. A avaliação foi baseada no cálculo matemático da extensão e da direção no movimento do centro do canal. A extensão do movimento do centro do canal não foi considerada estatisticamente significativa nas secções cervicais. As limas Flexofile e Nitiflex apresentaram maior deslocamento do centro do canal. Nas secções apicais, as limas Nitiflex produziram um menor valor estatístico da extensão do movimento do centro do canal. Nestas secções a direção do movimento do centro do canal não foi considerada estatisticamente significativa.

Foi desenvolvida em 1997, por Kobayashi et al.⁵¹, uma nova peça de mão, recarregável a bateria, para a instrumentação do canal radicular com os

instrumentos endodônticos de níquel e titânio. Essa nova peça foi chamada de Tri Auto ZX (J. Morita MFG. Co., Kyoto, Japan) e tem como características o acionamento rotatório automático quando a lima é introduzida no canal e a parada automática quando o instrumento é retirado do mesmo. O aparelho reverte a rotação da lima se houver muito torque. Esse mecanismo foi desenvolvido para reduzir a fratura dos instrumentos. Encontra-se instalado na peça de mão um localizador apical eletrônico que permite uma pré-seleção em milímetros da parada e reversão da rotação do instrumento, quando o mesmo atinge esse limite. Ficou constatado, num estudo experimental realizado pelos autores, em dentes humanos extraídos, que o torque mais baixo que aciona o auto reverso do aparelho é de 30 gramas por centímetro. Isto significa que o mecanismo de auto reverso não seria efetivo no preparo de canais com instrumentos de níquel titânio de conicidade 0,02 mais finos que o instrumento de número 25. O aparelho produz rotação que varia de 240 a 280 r.p.m. Os autores concluíram que nem todos os procedimentos para instrumentação do canal radicular podem ser realizados com essa peça de mão, simultaneamente o uso de instrumentos manuais dependendo da morfologia e dificuldade do canal radicular devem ser empregados para se alcançar melhores resultados.

Tucker et al.⁹⁸ (1997), compararam a capacidade de desgaste entre as limas Flexofile em limagens anti-curvaturas e as limas de níquel e titânio acionadas à motor. Foram utilizadas raízes mesiais de molares inferiores com o comprimento e a curvatura padronizados. Os canais méso-linguais foram instrumentados por uma das técnicas propostas, enquanto que os canais méso-vestibulares foram empregados como controle. Foram feitas secções nas raízes em 3 níveis: 1mm, 2,5 mm e 5 mm aquém do comprimento de trabalho. Através de imagens digitalizadas foram calculadas as porções instrumentadas por meio de cálculos percentuais do perímetro

total. Foram encontrados como resultados para o grupo de instrumentação manual uma porcentagem de desgaste das paredes dentinárias no terço apical de 77,2 %, no terço médio 81,2 % e no terço coronário 76,9%. No grupo de níquel e titânio a porcentagem no terço apical foi de 82,7%, no terço médio 79,9% e no terço coronário 62,8%. Concluindo não houve diferença estatística entre o desgaste dentinário nos 3 níveis provocado pela instrumentação manual, em comparação com os instrumentos de níquel titânio.

As limas endodônticas de níquel e titânio acionadas a motor Profile série 29 (Tulsa Dental Products, Oklahoma, USA) foram analisadas por Lopes et al.⁵⁸ (1997), quanto as vantagens obtidas em função de sua conicidade 0,04, do aumento constante do diâmetro na extremidade do instrumento e as características da fratura dessas limas. Nesta análise, os autores propõem uma técnica de preparo dos canais radiculares com esses instrumentos. As vantagens relatadas da conicidade 0,04 são: embora apresentem maior volume do que as limas ISO, mantêm a flexibilidade, são deformadas elasticamente com níveis inferiores de tensão e acompanham a curvatura do canal com maior facilidade, provocando pequeno ou nenhum deslocamento apical. A maior conicidade permite que apenas os fios de corte da região de maior diâmetro das limas permaneçam em contato com as paredes dentinárias, promovendo durante a instrumentação, uma maior remoção de tecido dentário junto à região cervical do canal radicular, favorecendo o avanço coroa-ápice dos instrumentos de menor calibre. A forma final obtida favorece a obturação do canal radicular. As vantagens do aumento constante do diâmetro: no sistema ISO, o aumento do diâmetro D_0 entre limas consecutivas varia de 8% a 50%, enquanto que na série 29 este aumento é constante e igual a 29%. Na série ISO são necessárias 21 limas com diâmetros entre 0,06 e 1,40 mm. Na série 29 o número de instrumentos

para atender o mesmo objetivo é reduzido para 13, e com melhor distribuição de diâmetro. Clinicamente, a variação constante de diâmetro dos instrumentos da série 29 permite ao operador uma melhor sensibilidade tátil, a qual é importante, principalmente no preparo de canais atrésicos e curvos. Os autores afirmam que a superelasticidade e a dupla conicidade das limas de níquel e titânio, o aumento constante do seu diâmetro D_0 igual a 29% e as características morfológicas dos instrumentos analisados, permitem que os mesmos apresentem vantagens em relação aos instrumentos ISO. A técnica proposta é mais rápida em relação a manual, porém, devem ser feitos outros estudos, principalmente quanto à limpeza do canal radicular.

Foi avaliado por Kuhn et al.⁵² (1997), o efeito do desenho da ponta dos instrumentos manuais de aço inoxidável e dos instrumentos de níquel e titânio na instrumentação de canais radiculares. Foram digitalizadas 48 raízes mesiais de molares inferiores, com curvaturas entre 14 e 35 graus e as imagens obtidas foram utilizadas para este estudo. As limas de níquel e titânio testadas foram Onyx-R (Union Broach, New York, NY), Mity (J.S. Dental, Ridgefield, CT), e as limas de aço inoxidável Flex-R (Union Broach, New York, NY) e as limas tipo K. A avaliação foi feita usando a técnica de Bramante modificada, levando-se em consideração a quantidade de dentina removida e a extensão do transporte do centro axial do canal radicular. Todas as raízes foram instrumentadas no terço apical até a lima número 40 e escalonadas até o instrumento número 60. Foi concluído que as limas de níquel e titânio trabalharam mais centralizadas e transportaram menos o canal radicular no terço apical do que as limas de aço inoxidável. Já no terço médio, as limas Onix-R produziram mais transporte e remoção de dentina, bem como um maior desvio do centro do canal.

Após a instrumentação de canais radiculares de 40 dentes extraídos, os deslocamentos apicais foram avaliados radiograficamente, por Lopes et al.⁵⁹ (1997). As limas utilizadas neste estudo foram as manuais de aço inoxidável K Flexofile (Maillefer), K Flexofile Golden Mediums (Maillefer), a lima manual de níquel e titânio Nitiflex (Maillefer) e com a lima acionada a motor Profile 0,04 série 29 (Tulsa Dental Products). No grupo I os canais foram instrumentados convencionalmente, em toda a sua extensão, com as limas K Flexofile até a de número 25. No grupo II, a instrumentação foi semelhante a do grupo I, porém intercalada com emprego das limas K-Flexofile Golden Mediums de números 12, 17 e 22. Já no grupo III as amostras foram instrumentadas convencionalmente em toda a extensão do canal radicular com limas manuais de NiTi Nitiflex até a de número 25. No grupo IV as amostras foram instrumentadas no sentido coroa ápice com lima Profile 0,04 série 29, números 5, 4 e 3, até a profundidade de dois terços do comprimento de trabalho. A seguir, foram instrumentados no sentido ápice coroa, até a de número 4, em toda a extensão do canal radicular. Os autores concluíram que os deslocamentos apicais foram nulos com o emprego das limas de NiTi acionadas a motor, exibiram menores valores com emprego das limas de NiTi manuais, em relação as de aço inoxidável e não apresentaram diferenças, estatisticamente significativas, quando do emprego das limas de aço inoxidável K-Flexofile isoladamente ou intercaladas com as K-Flexofile e Golden Mediums.

Variações da técnica original do sistema Quantec 2000 foram propostas por Kherlakian et al.⁵⁰ (1997). Segundo os autores, em função da anatomia do canal radicular, o preparo cervical pode ser complementado com as brocas de Gates Glidden números 1, 2 e 3, após o uso da lima Quantec número 1. Em quase todos os casos não se deve forçar os instrumentos Quantec números 5, 6, 7 e 8 até o

comprimento de trabalho, pois isso poderia causar desvios e maior risco de fraturas das limas. Foi proposto, ainda neste trabalho, o refinamento do preparo apical com instrumentos manuais números 30 e 35, buscando melhorar os aspectos de limpeza e desinfecção.

Coleman & Svec³¹ (1997), compararam o preparo escalonado realizado com limas de níquel e titânio e limas de aço inoxidável, em 40 canais com curvaturas de 25 graus, confeccionados em blocos de resina acrílica. Após a instrumentação, os blocos de resina foram seccionados em 3 níveis: 2 mm do ápice, no meio da curvatura e no terço coronário. As imagens antes e após o preparo foram digitalizadas e sobrepostas para que pudessem ser analisadas a medida da área instrumentada, a direção do transporte feito pela instrumentação, a forma do canal e o tempo de preparo. Foi demonstrado, com os resultados deste estudo, que as limas de níquel e titânio causam significativamente menor transporte, mantendo-se centradas no terço apical. Os instrumentos de aço inoxidável removeram maior área no terço médio. Levou-se um maior tempo para preparar os canais com os instrumentos de níquel e titânio do que com os instrumentos de aço inoxidável. Os autores concluíram que os blocos de resina acrílica com canais simulados mostraram resultados semelhantes quando comparados a raízes de dentes extraídos usando-se a mesma metodologia.

Em 1997, Heck⁴⁵ estudou radiograficamente a deformação do canal radicular no terço apical após a instrumentação manual convencional realizada com as limas de aço inoxidável Flexofile (Maillefer), Flex-R (Moyco Union Broach) e limas de níquel e titânio Onyx-R (Moyco Union Broach) e instrumentos Profile série 29 conicidade 0,04 (Tulsa). Foram instrumentadas 40 raízes méso vestibulares de molares humanos extraídos. As imagens radiográficas pré e pós-operatórias foram

analisadas com um aumento de 20 vezes e o desvio apical mensurado com uma régua milimetrada. Com os resultados foi mostrada a ocorrência de desvio apical em todos os grupos; as limas Onix-r apresentaram a menor frequência de desvio, seguidas do sistema Profile, limas Flex-R e Flexofile. Não houve correlação entre o grau de curvatura dos canais e a presença de desvio no terço apical.

Thompson & Dummer⁹⁵ (1998), estudaram a eficácia dos instrumentos de níquel e titânio acionados a motor Quantec 2000, em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 340 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 9 (preparo apical 0,40 mm). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes e depois repostos. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Com os resultados deste estudo foi mostrado que os instrumentos Quantec 2000 preparam o canal rapidamente. Dos 40 blocos, 26 apresentaram manutenção do comprimento de trabalho, 7 ficaram 0,5 mm aquém do comprimento de trabalho e 7 ficaram além do comprimento de trabalho. A maioria dos blocos preparados apresentou uma boa conicidade. Durante o estudo somente 3 instrumentos se deformaram e um se fraturou, sendo todos estes de número 9.

Em 1998, Thompson & Dummer⁹⁶ estudaram a eficácia dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio acionados a motor Quantec 2000, em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 9 (ISO 0,40). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Antes e após o preparo do canal, as imagens foram obtidas com uma câmera de vídeo. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram observados onze pontos demarcados no comprimento do canal radicular artificial, em relação ao desgaste das paredes pós-preparo. Os resultados mostraram que 53% dos canais apresentaram formações de “zips”. Foi encontrado um pequeno número de perfurações e degraus, sugerindo que até novos estudos serem realizados os instrumentos Quantec 2000 mais calibrosos não devem ser usados no comprimento total de trabalho. A formação de “zips” é favorecida pelo desenho da ponta ativa dos instrumentos.

Bryant et al.²¹ (1998), utilizaram 40 blocos de resina acrílica, contendo canais curvos simulados, para estudar a eficácia dos instrumentos endodônticos rotatórios de níquel e titânio Profile 0,04 (Maillefer Instruments SA). As características dos canais artificiais eram as seguintes: o início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal, e o grau da mesma que poderia ser de 20 ou 40 graus; todos tinham um comprimento de 16 mm. Os canais simulados foram preparados por um único operador. Foi utilizado, para isso, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA) e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m., seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 35 (ISO 0,35). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Foi verificado, neste estudo, a eficácia dos instrumentos endodônticos de níquel e titânio quanto ao tempo de trabalho, distorções da parte ativa, alterações no comprimento de trabalho e aspecto tridimensional da forma do preparo. Os resultados mostraram que os instrumentos de níquel e titânio Profile 0,04 foram rápidos no preparo do canal, levando em média 5,2 minutos, não importando a forma do canal. Ocorreram fraturas e deformações na parte ativa de 6 instrumentos, sendo mais freqüente no de número 35. Foi mínima a mudança no comprimento de trabalho. Os preparos apresentaram uma conicidade e formas finais muito boas.

Para complementar o estudo anterior, Bryant et al.²⁰ (1998), estudaram a eficácia dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio acionados a motor Profile 0,04 (Maillefer Instruments SA), em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As

diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 35. Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Antes e após o preparo do canal, as imagens dos mesmos foram obtidas com uma câmera de vídeo. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram analisadas formações de “zip” apical, perfurações, transporte do centro axial, que foi medido em oito pontos no canal radicular. Os resultados mostraram que houve formações de “zip” em 24% dos casos, sendo que os desvios foram muito pequenos (menores 0,1mm); em 3% houve formação de degrau. Não houve perfurações ou desgaste excessivo da parede do canal correspondente a da zona de perigo. A performance dos instrumentos estudados foi semelhante a do Profile série 29, exceto, pelo maior número de “zips” e menor quantidade de degraus criados.

Campbell et al.²⁵ (1998), avaliaram a capacidade de manutenção da constrição apical no preparo do canal radicular do aparelho Tri Auto ZX (J.Morita Co., Kyoto, Japan). Esta peça de mão possui um localizador apical e é programada para reverter a direção da rotação quando o instrumento endodôntico atinge um limite pré determinado ou quando o torque se torna excessivo. Foram utilizados 60 dentes

humanos extraído, unirradiculares, com raiz completamente formada, canais atresiadados e com curvaturas menores que 20 graus. Era introduzida no canal uma lima manual número 1 Profile 29 (Tulsa Dental Products, Tulsa, Okla.) até que ela aparecesse justaposta ao forame apical quando, então, sofria um pequeno recuo. Essa medida era registrada e denominada medida atual (“actual lenght-AL”). Após esta medida, era realizada uma nova leitura com a mesma lima em posição, utilizando o localizador apical do aparelho Tri Auto ZX no modo manual. Essa lima, com o “holder” conectado a ela e o painel de controle ajustado em 0,5, era levada em direção ao ápice até que a luz do painel de controle acendesse. Era feita uma nova leitura, sendo esta denominada medida eletrônica (“electronic lenght-EL”). Ainda no modo manual, os canais foram preparados na região coronária com brocas de Gates Glidden de números 4, 3 e 2. Depois deste passo, eram ajustados no aparelho o torque e a rotação e os canais eram instrumentados numa seqüência operatória coroa ápice modificada, utilizando os instrumentos rotatórios de níquel e titânio 0,04 série 29. A irrigação dos canais era feita com hipoclorito de sódio a 2,5%. Cada grupo de 20 dentes eram instrumentados na opção do reverso apical automático (AAR-1, AAR-1,5, AAR-2). Na região apical os canais foram instrumentados até o instrumento número 7 (0,46 mm de diâmetro da ponta). Quando este instrumento atingia o comprimento pré-estabelecido o aparelho acionava o seu reverso automático, a instrumentação parava e uma nova medida era feita, sendo esta denominada comprimento de instrumentação (“instrumented lenght-IL”). As limas só eram substituídas de um canal para outro se sofressem distorções. Foram comparadas as diferenças das medidas do modo medida atual (“actual lenght-AL”), com as medidas do modo eletrônico (“electronic lenght-EL”), nos 20 canais de cada grupo instrumentados com o reverso apical automático (AAR-1, AAR-1,5, AAR-2).

Finalizando, os canais eram secos com pontas de papel absorvente, e a seguir um cone de guta-percha “fine-medium” (Kerr, Romulus, Mich) era levado no comprimento estabelecido pela instrumentação do reverso apical automático. O cimento utilizado para a obturação dos canais foi o “Root Canal Sealer” (Roth 801, Elite grade; Roth International Ltd., Chicago, Ill), sendo os 5 mm do terço apical obturados pela técnica dos condensadores de Schilder (Caulk, York, Pa.) e o restante com a técnica termoplastificada de guta-percha do sistema Obtura II (Obtura Corp., Fenton, Mo.). Com uma broca diamantada e em alta rotação os dentes foram desgastados no terço apical e vistos num microscópio cirúrgico, onde foi observada se houve ou não a manutenção da constrição da junção cimento-dentina-canal. Foi concluído pelos autores que o aparelho no modo automático de reverso apical 1, coerentemente se aproximava da junção cimento-dentina-canal, entretanto esta constrição foi freqüentemente dilatada.

Thompson & Dummer⁹⁷ (1998), analisaram a eficácia dos instrumentos Mity Roto 360° (J.S. Dental Manufacturing, Inc., Ridgefield, C.T.) e Naviflex (Brassler U.S.A., Savannah, G.A.), para preparar canais simulados em blocos de resina acrílica. Foram observados, neste estudo, o tempo de preparo, distorções na parte ativa dos instrumentos, mudanças no comprimento de trabalho e análise tridimensional do canal após seu preparo. Foram confeccionados 80 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20 ou 40 graus. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um

único operador. Todos os preparos apicais foram feitos com o instrumento de número 35 (diâmetro da ponta 0,35 mm). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Quanto ao tempo de preparo os autores concluíram que a forma do canal não teve influência no mesmo, não havendo diferença significativa entre os instrumentos estudados. Não houve fratura dos instrumentos, entretanto, 14 Naviflex e 2 Mity se deformaram. O tipo de canal não influenciou na deformação dos instrumentos. Não houve perda do comprimento de trabalho, na maioria dos preparos. O preparo apical foi observado em 72% dos canais preparados com as limas Mity e em 82% dos canais preparados com as limas Naviflex, porém, a maioria destes preparos foi considerada pobre. Como os instrumentos não apresentavam variação de conicidade, os autores sugeriram um incremento de instrumentos de conicidades maiores, para melhorar a modelagem final dos canais, antes da obturação dos mesmos.

Moraes et al.⁶³ (1999), trataram 56 molares, para um estudo “in vivo”, com o sistema Quantec 2000. A técnica proposta pelo fabricante foi modificada com a inclusão das brocas de Gates Glidden números 2 e 3. A broca de Gates Glidden número 2 foi empregada, na parte reta do canal, após a abertura coronária e preparo cérvico apical com o instrumento Quantec número 1. Em seguida foi feita a odontometria dos canais radiculares com as limas manuais e o preparo apical com os instrumentos Quantec 2, 3 e 4. Foi utilizada a broca de Gates Glidden número 3 e o preparo continuou-se com os instrumentos de número 5 ao 10. A solução irrigadora utilizada durante todo o preparo foi o hipoclorito de sódio a 1%. Dois instrumentos fraturaram no terço apical, sendo que apenas um foi removido, utilizando o ultra-som. A obturação dos canais radiculares foi feita seguindo a técnica híbrida de Tagger,

utilizando o cimento de Grossman. O tempo gasto para o tratamento variou de 1 hora e 15 minutos a 1 hora e 30 minutos. Os autores concluíram que a instrumentação com o sistema Quantec permite a exploração do canal em toda a sua extensão, diminuindo as imperfeições no preparo do canal radicular. As brocas de Gates Glidden podem servir como auxiliares do acesso radicular, facilitando a introdução dos instrumentos e eliminando o estresse sobre os mesmos.

Bonetti Filho & Tanomaru Filho ¹⁶ (1999), descreveram a técnica de instrumentação com instrumentos acionados a motor (Quantec) e limas manuais de níquel e titânio, que foram avaliadas em blocos de resina transparente. As técnicas foram comparadas entre si, em relação às diversas fases. Foram estudadas as vantagens e desvantagens. Na técnica de instrumentação clássica manual o preparo cervical foi realizado com as brocas de Gates Glidden número 1, 2 e 3, e o preparo apical feito até o instrumento número 35. Para o sistema Quantec foi utilizada a técnica recomendada pelo fabricante. Os autores concluíram que as limas Quantec e as limas manuais foram eficazes para a instrumentação de canais radiculares curvos. As limas Quantec demonstraram menor tendência à compactação de resina para a região apical. O tempo gasto para o preparo biomecânico realizado pelo sistema Quantec foi menor em relação ao tempo gasto com a instrumentação manual.

Blum et al.¹⁵ (1999), estudaram as forças verticais e o torque nos canais radiculares de 70 incisivos inferiores recém extraídos, durante a instrumentação rotatória com os instrumentos Profile de conicidade 0,04 e 0,06. A metodologia consistiu na fixação das raízes em sensores de um aparelho de medição de forças Endographe, onde duas seqüências de limas foram avaliadas: uma instrumentação escalonada regressiva e outra progressiva. A instrumentação foi feita por 5 endodontistas e 5 estudantes. Foi constatado que, tanto a força vertical quanto o

torque, foram menores na técnica escalonada progressiva, gerando menor estresse do instrumento. Foi observado também que os estudantes de graduação mostraram uma grande variação na força vertical e no torque, em relação aos endodontistas experientes. Após o treinamento dos estudantes esses valores foram semelhantes.

Blum, Machtou, Micallef ¹⁴ (1999), estudaram a localização das áreas de contato direto do instrumento Profile 0,04 e 0,06 com a dentina, durante a instrumentação rotatória de 40 incisivos inferiores recém extraídos, e a relação dessas áreas com as forças verticais e o desenvolvimento do torque. Foram avaliadas 2 seqüências de limas, uma instrumentação escalonada regressiva e outra progressiva. Os instrumentos foram revestidos, por deposição elétrica, por uma película de ouro. Esses instrumentos foram fotografados antes e após a instrumentação. Os resultados mostraram que nos instrumentos de conicidade 0,06, mais ou menos de 1 a 2 milímetros da ponta do instrumento, permaneceu a película de ouro, mostrando que não houve contato da ponta nas paredes do canal. Nos instrumentos de conicidade 0,04, houve remoção do ouro nos 3 milímetros da ponta, independentemente da técnica de instrumentação empregada. No geral, o contato do instrumento nas paredes ocorreu na técnica regressiva em 10 (+/-3) milímetros da parte ativa do instrumento e na técnica progressiva 7 (+/-2) milímetros. Foi constatado, assim, que as áreas de contato durante o desenvolvimento das forças do instrumento no canal estão mais próximas da ponta, principalmente na conicidade 0,04.

Bryant et al. ²² (1999), verificaram a morfologia das paredes de canais artificiais em blocos de resina transparente, instrumentados com o sistema Profile de conicidade 0,04 e 0,06. Foram utilizados 40 blocos de resina, com 4 diferentes formas de canais simulados, quanto ao ângulo e posição da curvatura. Os blocos

foram fotografados antes e depois da instrumentação e as imagens foram sobrepostas para análise. A técnica de instrumentação utilizada foi a recomendada pelo fabricante. Foi observada uma perda do comprimento de trabalho em 17,5% dos canais, “zips” apicais em 12, 5% e um desgaste mais acentuado na parede côncava do canal em 60% dos casos. Até a instrumentação com instrumentos de número 25, não ocorreram alterações na forma do canal, mas a partir do instrumento de número 35, houve um maior desgaste da parede côncava. Foi concluído que os instrumentos rotatórios são rápidos, efetivos e modelam bem as paredes do canal, exceto naqueles com curvaturas próximas ao forame e usando instrumentos mais calibrosos pelo aumento da rigidez.

Para avaliar radiograficamente o desvio do canal no terço apical, após a instrumentação manual convencional, com limas Flexofile, Flex-R e Onyx-R, e instrumentação rotatória, com o Sistema Profile Série 29 conicidade 04, os autores Heck&Garcia ⁴⁶ (1999) utilizaram 40 raízes méso-vestibulares de molares superiores extraídos de humanos. As radiografias pré e pós-operatórias foram feitas numa plataforma de modo a possibilitar tomadas radiográficas na mesma posição. Os resultados obtidos mostraram desvio apical em todos os grupos, sendo que as limas Onyx-R apresentaram os melhores resultados, estatisticamente significativos, em relação ao grupo das limas Flexofile. Em relação aos demais grupos não foram observadas diferenças estatísticas.

Grimm et. al.⁴² (1999), compararam, in vitro, a capacidade de corte das limas Flex-R (Union Broach) de aço inoxidável e Onyx-R (Union Broach) de níquel-titânio instrumentando, com ambas as limas, quarenta e oito dentes unirradiculares segundo a técnica de Paiva e Antoniazzi. Por meio da pesagem em balança analítica de precisão, foram obtidos os pesos dos dentes antes e após a instrumentação e

então foi calculada a diferença entre esse dois valores, obtendo-se quanto cada dente foi desgastado. Foi concluído que existe diferença significativa na capacidade de corte entre os dois sistemas de limas utilizadas. Os resultados sugeriram que as limas Flex-R de aço inoxidável proporcionaram maior desgaste de dentina quando comparadas às limas Onyx-R de níquel-titânio.

Diez et al.³⁴ (2000), avaliaram a influência de diferentes velocidades de rotação na fratura dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio Profile 0,04. Foram testados os instrumentos de números 3, 4 e 5, com velocidades de 150, 250 e 350 r.p.m., utilizando um contra-ângulo elétrico montado em uma máquina de ensaios Intron. Os instrumentos eram introduzidos em canais padronizados simulados em osso bovino, até sua fratura. Os resultados observados permitiram concluir que as limas Profile 0,04 são menos susceptíveis à fratura quando trabalhadas em baixas rotações (150 r.p.m.).

Hilt et al.⁴⁷ (2000), fizeram um estudo para testar a hipótese da influência de múltiplas esterilizações em instrumentos endodônticos fabricados em aço inoxidável e níquel e titânio. Foram utilizados 100 instrumentos de aço inoxidável e 100 instrumentos de níquel e titânio, tipo K número 30, que foram divididos em 20 grupos de 10 instrumentos cada. A esterilização foi repetida em 10 ciclos completos em 2 tipos de autoclave, permanecendo um grupo sem esterilizar. Após estes tratamentos cada instrumento sofreu torção no sentido horário até sua fratura. Os resultados deste estudo mostraram que não houve influência do número de esterilizações e do tipo de autoclave, na dureza e microestrutura das limas de aço inoxidável e níquel e titânio, bem como não houve alterações nas propriedades torsionais destes instrumentos.

Sattapan et al.⁷⁴ (2000), desenvolveram um sistema para medir o torque gerado e a pressão apical aplicada durante a instrumentação de canais radiculares sob uma condição dinâmica. Foram montados, no torquímetro, 10 dentes humanos extraídos que foram instrumentados com os instrumentos rotatórios Quantec série 2000. Foram medidos o torque e pressão apical gerados durante esta fase e também a força necessária para fraturar estes instrumentos. A pressão apical para a instrumentação não ultrapassou 150 gramas, independentemente do diâmetro do canal radicular. Os resultados mostraram que o torque que o instrumento suporta até sua fratura, depende do diâmetro da ponta e a conicidade de cada instrumento. Conicidades maiores suportam torques maiores. Canais com diâmetros menores exigem maior torque dos instrumentos. O limite de torque, para que ocorra a fratura do instrumento, geralmente é maior que o torque necessário para a instrumentação do canal radicular.

Foi analisada por Banegas et al.⁷ (2000), a confiabilidade do uso de canais radiculares artificiais em blocos de acrílico para a realização de estudo de diferentes técnicas de instrumentação. Na primeira parte deste trabalho foram utilizados 30 blocos de acrílico, tomados ao acaso, em um grupo de 50 espécimes que continham canais artificiais, cuja curvatura era de aproximadamente 30 graus. Antes da instrumentação os blocos foram seccionados horizontalmente a 1, 5 e 10 milímetros do ápice, por meio de um micrótomo. Os cortes foram perpendiculares ao eixo principal do canal. As seções foram analisadas em um fotomicroscópio em 25 aumentos, para se determinar a média dos diâmetros dos canais radiculares nos diferentes níveis. Na segunda parte deste trabalho, foram selecionados 10 blocos semelhantes aos anteriores, que foram divididos em 2 grupos. O grupo 1 foi instrumentado pelo sistema Quantec SC série 2000, seguindo as recomendações do

fabricante. O grupo 2 foi instrumentado pelas limas manuais tipo Kerr, seguindo a técnica escalonada, sendo o terço apical dilatado até o instrumento número 30. No terço cervical foram utilizadas as brocas de Gates Glidden números 2 e 3. Os dois grupos foram seccionados seguindo as especificações da primeira parte deste trabalho. Foi avaliado o aumento de porcentagem do diâmetro do canal radicular artificial, após a instrumentação, nos 3 níveis. Foram encontradas diferenças significativas, na análise estatística, dos grupos e níveis analisados. Os autores concluíram que os blocos de acrílico com canais radiculares artificiais constituem um modelo experimental apropriado para o estudo comparativo da ação de diferentes instrumentos e técnicas de instrumentação.

Daugherty et al.³³ (2001), fizeram um estudo com o propósito de comparar o índice de fratura, o índice de deformação e a eficiência de corte entre instrumentos rotatórios de níquel e titânio nas velocidades de 150 e 350 r.p.m. Para isso, utilizaram o sistema Profile 0,04 em molares humanos extraídos. Os autores concluíram que os instrumentos utilizados a 350 r.p.m. proporcionaram o dobro da eficiência e a metade das deformações quando comparados com a velocidade de 150 r.p.m. Os autores relataram que não ocorreu nenhuma fratura durante o experimento.

Yared et al.¹⁰³ (2001), avaliaram a incidência da fratura de instrumentos rotatórios de níquel e titânio, variando o tipo de motor utilizado. Foram utilizados instrumentos Profile 0,06 em molares inferiores, seguindo a técnica coroa-ápice. O grupo I utilizou motor a ar, enquanto que os grupos II e III utilizaram motores elétricos, de alto e baixo torque respectivamente. Os espécimes foram inspecionados por meio de lupa para detectar possíveis alterações nas lâminas dos instrumentos testados. Os resultados não mostraram diferença entre os grupos.

Pereira et.al.⁶⁵ (2001), estudaram o comportamento das limas manuais de aço inoxidável e de níquel-titânio em relação ao transporte apical, por meio da dupla exposição radiográfica. Foram utilizadas, neste estudo, raízes mesiais curvas de molares superiores humanos extraídos, que foram instrumentadas em um grupo com as limas Flexofile (Maillefer) e em um outro grupo com limas de níquel-titânio SureFlex (Maillefer). Foram feitas tomadas radiográficas padronizadas antes e após a instrumentação dos canais. A observação do desvio apical foi feita pela sobreposição das imagens radiográficas antes e após a instrumentação. Os resultados mostraram não haver diferenças estatísticas significativas entre os dois instrumentos.

Schäfer⁷⁷ (2002), investigou possíveis alterações pelo processo de esterilização na eficiência de corte, comparando instrumentos rotatórios de níquel e titânio convencionais com aqueles que receberam tratamento com deposição física de vapor. As limas foram submetidas a variados ciclos de esterilização e os autores concluíram que as limas submetidas ao tratamento químico não sofreram alteração na sua capacidade de corte após diversos ciclos de autoclavagem, enquanto as limas convencionais tendem a perder sua capacidade de corte depois de repetidos ciclos de esterilização.

Rödig et al.⁷¹ (2002), avaliaram o preparo de canais radiculares distais de molares inferiores, canais este com a forma oval. Foram utilizados para a instrumentação 3 diferentes instrumentos rotatórios de níquel e titânio: Lightspeed (Lightspeed Inc., San Antonio, TX, USA), Profile .04 (Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e Quantec SC (Tycom, Irvine, CA, USA). Três grupos de molares inferiores extraídos com canais radiculares distais com a forma oval foram embutidos em muflas como descrito por Bramante et al. (1987) e modificado por Hülsmann et al.

(1999). Foram feitas secções transversais das raízes a 3, 6 e 9 mm distantes do ápice radicular. Cada secção transversal foi fotografada antes e após a instrumentação. A instrumentação foi feita com ênfase nas extensões vestibular e lingual dos canais radiculares ovais. Foram observados os seguintes parâmetros: comparação das fotografias pré e pós-operatórias, com relação às extensões vestibular e lingual do preparo; características de segurança (fraturas de limas, perfurações, perda do comprimento de trabalho), capacidade de limpeza (avaliação ao M.E.V. usando 5 scores para debris remanescentes e smear layer) e tempo de trabalho. A sobreposição das fotografias do pré e pós-operatório mostrou extensões vestibulares e linguais não instrumentadas ou pouco instrumentadas, isso para todos os instrumentos utilizados neste trabalho. Quanto a remoção dos debris, os instrumentos Quantec SC alcançaram os melhores resultados, seguidos pelos instrumentos Profile .04 e Lightspeed. A instrumentação, feita por todos os instrumentos testados, resultou em uma considerável smear layer cobrindo as paredes dos canais radiculares. O tempo de trabalho foi menor para o sistema Profile .04 do que para o sistema Quantec SC e Lightspeed, mas estas diferenças não foram significantes. Para todos os parâmetros avaliados não houve diferenças significantes entre cada um, para todos os instrumentos utilizados neste estudo. Os autores concluíram que a flexibilidade dos instrumentos de níquel e titânio estudados não permitiu um preparo controlado das extensões vestibular e lingual dos canais radiculares ovais. Os instrumentos freqüentemente produziram uma saliência circular nos canais, entre as extensões vestibular e lingual pouco preparadas, deixando smear layer e debris.

Calberson et al.²³ (2002), avaliaram a conformação de canais radiculares simulados após a instrumentação com os instrumentos rotatórios de

níquel e titânio do sistema GT. Foram utilizados 40 canais artificiais em blocos de resina, com curvaturas de 40° e 60°, apresentando parte reta do canal de 8 e 12 mm. A instrumentação foi feita seguindo a técnica “Crown-down”. As imagens dos canais antes e após a instrumentação foram registradas, depois sobrepostas e estudadas utilizando um sistema de análise de imagens em um computador. A análise foi feita em 5 pontos: na entrada do canal; na metade da distância entre a entrada do canal e o início da curvatura; início da curvatura; final da curvatura e no final do preparo apical. Ocorreram, neste estudo, 2 dois instrumentos fraturados, e 9 instrumentos deformados. Ocorreram também 8 zips apicais e 1 degrau. Os autores concluíram que, sob as condições deste estudo, os instrumentos rotatórios de níquel e titânio GT formas aceitáveis de canais. Em canais curvos e estreitos, o comprimento da parte reta do canal determina a direção do transporte apical do canal mais do que o ângulo de curvatura. Na instrumentação dos canais com curvaturas de 60°, foi observada uma alta incidência de deformação dos instrumentos, principalmente quando a conicidade do mesmo era de 0,04 mm.

Hata et al.⁴⁴ (2002), instrumentaram 160 canais artificiais em blocos de resina, com curvaturas de 20° e 30°, utilizando instrumentos rotatórios de níquel e titânio Profile e GT e as limas manuais de aço inoxidável Flex-R seguindo a técnica de Força Balanceada. Utilizando um programa de computador para análise de imagens, as imagens pré e pós-operatórias foram armazenadas e sobrepostas, e a quantidade de material removido foi medida em 5 pontos nos 5 mm apicais do canal. O tempo gasto com o preparo, incluindo a irrigação, e o tempo gasto para a troca dos instrumentos foi registrado. A 1 mm do ápice, o transporte do canal foi mais freqüente para o lado externo da curvatura, com exceção para os canais instrumentados pela técnica de força balanceada, nos quais a maior remoção de material ocorreu no lado

interno da curvatura. A técnica de força balanceada exigiu maior tempo para o preparo dos canais em relação à instrumentação rotatória.

Berbert et al.¹⁰ (2002), estudaram a ocorrência de desvio apical em canais radiculares curvos após a instrumentação ultra-sônica empregando limas de extremidade inativa (Flexofile). Foram usados trinta canais radiculares de primeiros molares superiores extraídos de humanos que foram submetidos a tomadas radiográficas padronizadas. Seus traçados foram reproduzidos sob aumento de 20 vezes, antes e após a instrumentação dos canais radiculares e os desvios apicais medidos. Os resultados foram submetidos à análise estatística e foi observado maior desvio apical quando limas de ponta ativa foram utilizadas. Os autores concluíram que o desvio apical observado com as limas de extremidade inativa foi menor do que o provocado pelos instrumentos de extremidade ativa.

Berutti et al.¹² (2003), fizeram um estudo com o objetivo de comparar o comportamento mecânico entre os sistemas Profile e Protaper. Para isso foi aplicado o método de análise do elemento finito, para realizar uma avaliação numérica. Foi avaliada a distribuição do estresse em simulações de esforços torsionais e flexurais. Enquanto o sistema Profile apresentou ser mais elástico em relação ao sistema Protaper, este último apresentou superioridade do que se refere à distribuição de forças.

Suffridge et al.⁸³ (2003), analisaram a instrumentação de dentes extraídos, utilizando os sistemas GT e Profile 0,04 acionado por motores com ou sem controle de torque e observaram, por meio de projeções de fotomicrografias, que a variação do torque não interfere na eficiência de limpeza das paredes dentinárias do terço apical. Todavia, observou distorções nas espiras dos instrumentos utilizados com o acionamento sem controle de torque.

Weiger et al.¹⁰⁰ (2003), avaliaram a instrumentação de canais radiculares curvos feita com os instrumentos rotatórios, recentemente lançados, FlexMaster, comparando-os com os instrumentos rotatórios Lightspeed e com as limas manuais de níquel e titânio. Foram instrumentados canais radiculares curvos de molares extraídos com os instrumentos FlexMaster, Lightspeed e também com limas manuais de níquel e titânio, seguindo a técnica de forças balanceadas. Foi feita uma observação do contorno do canal radicular, antes e após a instrumentação, realizando secções transversais das raízes, a 2,5 mm aquém do comprimento de trabalho. Foram observados e registrados também o desvio do canal radicular, a perda do comprimento de trabalho, fratura de instrumentos e o tempo gasto para a instrumentação. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto ao desgaste das paredes dos canais radiculares. O transporte do canal radicular foi significativamente menor no grupo Lightspeed do que no grupo FlexMaster. A perda do comprimento de trabalho ocorreu em 5 casos: 4 no grupo Lightspeed e 1 no grupo FlexMaster. Dois instrumentos Lightspeed fraturaram. O tempo gasto com a instrumentação no grupo FlexMaster foi igual a metade do tempo gasto para a instrumentação no grupo da instrumentação manual. Os autores concluíram que os instrumentos rotatórios FlexMaster são adequados para preparar canais radiculares curvos e mostraram resultados semelhantes aos instrumentos Lightspeed, com um risco mínimo de fratura mas com maior risco de transporte do canal radicular.

Mesgouez et al.⁶², em 2003, fizeram um estudo para determinar a influência da experiência do operador no tempo necessário para a instrumentação do canal utilizando o sistema rotatório de níquel e titânio Profile série 20. Foram utilizados 100 canais curvos simulados em blocos de resina. Quatro operadores instrumentaram 25 canais cada, participando deste trabalho operadores com e sem experiência na

técnica de preparo. Todos os canais simulados foram instrumentados com o sistema rotatório Profile série 29, utilizando uma peça de mão de alto torque (Maillefer, Ballaigues, Switzerland). O tempo gasto para preparar cada canal simulado foi registrado. Como resultado foi demonstrado, quanto ao tempo gasto para o preparo, uma diferença estatisticamente significativa entre os 4 operadores. Os autores concluíram que quanto maior a experiência menor o tempo gasto para o preparo dos canais.

Schäfer & Florek⁷⁸ (2003), compararam o tipo de preparo obtido com os instrumentos rotatório de níquel e titânio K3 e com as limas manuais de aço inoxidável Flexofile. Este trabalho descreve a eficiência desses dois sistemas de limas em canais curvos simulados. Foram utilizados 48 blocos de resina com canais curvos simulados, cuja curvatura era de 28° e 35°. Com os instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3 foram instrumentados 24 blocos, a uma velocidade de 250 r.p.m., seguindo a técnica “crown-down” de instrumentação. No grupo das limas manuais de aço inoxidável Flexofile foram instrumentados, também, 24 blocos, realizando-se movimento de limagem. Todos os canais artificiais foram dilatados até lima de número 35. Foram feitas e registradas imagens dos canais artificiais antes e após a instrumentação. Essas imagens foram transportada para um computador e a qualidade da forma dos canais artificiais foi analisada por um programa específico para análise de imagens. A remoção de material foi medida em 20 pontos, começando a 1 mm a partir do ápice. Foram registrados também neste trabalho: incidência de aberrações, tempo de preparo, alterações do comprimento de trabalho e fratura dos instrumentos. Em comparação com as limas manuais de aço inoxidável Flexofile, os instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3 proporcionaram uma melhor forma do canal e mostraram menos transporte do canal. Durante a instrumentação, 11 instrumentos

rotatórios K3 fraturaram, e nenhum dos instrumentos manuais de aço inoxidável Flexofile fraturou. Quanto ao tempo gasto para a instrumentação, o sistema K3 foi significativamente mais rápido. Ambos os sistemas utilizados neste estudo mantiveram um bom comprimento de trabalho. Os autores concluíram então que os instrumentos rotatórios K3 prepararam canais curvos rapidamente e com o mínimo de transporte do canal em direção ao lado externo da curvatura. Concluíram também que a fratura dos instrumentos foi mais freqüente entre os instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3.

Schäfer & Schlingemann ⁷⁹ (2003), determinaram a capacidade de limpeza e a de dar forma dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3 (Sybron Endo) e das limas manuais de aço inoxidável K-Flexofiles durante o preparo de canais radiculares curvos em dentes humanos extraídos. Foram utilizados 60 canais radiculares de molares superiores e inferiores com curvaturas entre 25° e 35° que foram divididos em dois grupos de 30 canais. Um grupo foi preparado com os instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3 seguindo a técnica “crown-down” e o outro com as limas manuais de aço inoxidável K-Flexofile até o instrumento de número 35. Utilizando radiografias tiradas antes e após a instrumentação, a retificação das curvaturas dos canais foi determinada por um programa de análise de imagens em um computador. Após a secção longitudinal das raízes, a quantidade de debris e de camada residual foi quantificada por meio de um microscópio eletrônico de varredura. Cinco instrumentos K3 fraturaram, sendo que com nenhum dos instrumentos K-Flexofiles aconteceu o mesmo. A limpeza completa não foi observada em nenhum dos grupos. Para a remoção dos debris as limas manuais K-Flexofile alcançaram os melhores resultados em relação aos instrumentos rotatórios K3. Os resultados para a remoção da camada residual foram semelhantes. Os instrumentos K3 mantiveram melhor a curvatura original do canal do que as limas K-Flexofile.

Bergmans et al.¹¹ (2003), avaliaram a influência da conicidade progressiva e constante dos sistemas rotatórios K3 e ProTaper, no preparo de canais radiculares mesiais de molares inferiores, que foram seccionados transversalmente em terços. As amostras foram digitalizadas em 3D antes e depois do preparo com as limas ProTaper (conicidade progressiva) ou K3 (conicidade constante). Valores numéricos foram estabelecidos para curvatura, quantidade de remoção de dentina e centralização do canal além de ter sido feita uma análise visual das deformações nos canais radiculares. No terço coronário houve um maior deslocamento em direção à área de furca para o sistema Pro Taper. No terço apical o deslocamento em direção a parede externa da curvatura foi observado apenas no grupo onde foi utilizado o sistema K3. Nenhuma deformação severa foi encontrada em ambos os grupos. Os autores concluíram que a instrumentação, com o sistema Pro Taper, foi menos influenciada pela curvatura apical do que a instrumentação com o sistema K3, por isso o sistema Pro Taper proporcionou uma adequada centralização do canal radicular no terço apical. Porém, o sistema Pro Taper tendeu ao transporte para a região de furca no terço cervical.

Gonzalez-Rodriguez & Ferrer-Luque ⁴¹ (2004), avaliaram as alterações na morfologia da secção transversal de canais radiculares curvos após a instrumentação com os sistemas rotatórios de níquel e titânio Profile, Hero 642, e K3 usando o método de análise da imagem digital. Foram utilizados trinta canais mesiais curvos(25-40 graus) de molares inferiores. Os dentes foram incluídos em resina e as raízes foram seccionadas transversalmente em três níveis: apical, médio e cervical. Os canais foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos de instrumentação utilizando Profile.04 and.06, Hero 642, e K3. As secções transversais antes e após a instrumentação foram digitalizadas e as áreas dos canais foram medidas por meio de um programa de

imagens de computador. O sistema Hero 642 mostrou uma capacidade de corte significativamente maior que o sistema K3 e Profile em todas as três seções ($P < .01$), não existindo diferenças observadas entre os sistemas K3 e Profile ($P > .05$). Todos os três sistemas proporcionaram uma forma arredondada aos canais nos terços cervical, médio e apical. O sistema Hero foi o que mais alterou a forma da secção transversal dos canais radiculares.

Os dados científicos, levantados na literatura e pertinentes ao assunto tratado neste trabalho de dissertação de mestrado, mostram a necessidade de se obter informações sobre a ação dos mais novos sistemas rotatórios de níquel e titânio nas paredes dos canais radiculares, justificando o presente estudo.

3) Proposição

O objetivo deste estudo consistiu em:

- Analisar, comparativamente, a ação e desvios proporcionados pela instrumentação manual com limas Flexofile (Dentsply/Maillefer) e com dois sistemas rotatórios de limas endodônticas de níquel e titânio, o sistema K₃ (SDS Kerr) e o sistema Race (FKG), sobre as paredes dos canais radiculares curvos simulados em blocos de resina.

4) Material e Método

Foram utilizados neste trabalho 60 blocos de resina acrílica com dimensões de um centímetro de largura por dois centímetros de altura e um centímetro de profundidade contendo, no seu interior, um canal radicular simulado, com corante vermelho na superfície de suas paredes e com as seguintes

características: forma cilíndrica; diâmetro de 0,8mm; diâmetro constante de 0,2 mm/mm; comprimento entre 18 e 20 mm e curvatura entre 40 e 50 graus⁷⁸ (Figura 1).



FIGURA 1: bloco resina acrílica

4.1-Formação dos grupos experimentais

Os 60 blocos foram divididos aleatoriamente em seis grupos experimentais contendo 10 blocos cada um, identificados de acordo com o grupo aos quais pertencem e numerados de um a dez (Figura 2).

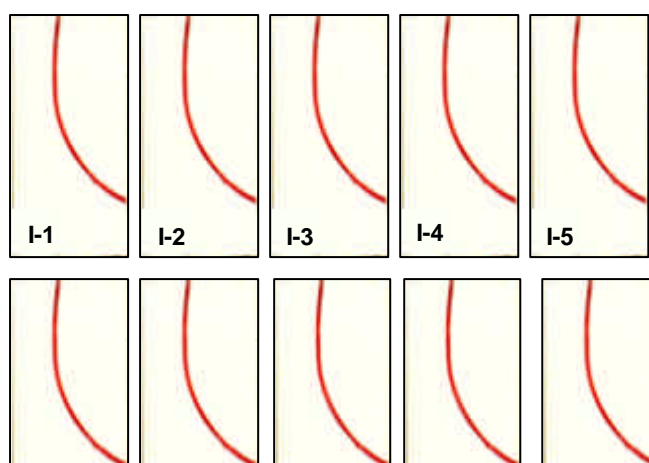


FIGURA 2: identificação dos blocos

Os grupos experimentais são:

Grupo I: Instrumentação rotatória utilizando o Sistema K3 (SDS Kerr) de 25 mm com *irrigação manual*.

Grupo II: Instrumentação rotatória utilizando o Sistema K3 (SDS Kerr) de 25 mm com *irrigação ultrassônica*.

Grupo III: Instrumentação rotatória utilizando o Sistema Race (FKG) de 25 mm com *irrigação manual*.

Grupo IV: Instrumentação rotatória utilizando o Sistema Race (FKG) de 25 mm com *irrigação ultrassônica*.

Grupo V: Instrumentação manual utilizando limas Flexofile de 25 mm (Dentsply-Maillefer) com *irrigação manual*.

Grupo VI: Instrumentação manual utilizando limas Flexofile de 25 mm (Dentsply-Maillefer) com *irrigação ultrassônica*.

4.2- Obtenção das imagens antes da instrumentação

As imagens dos blocos de resina foram obtidas por meio da digitalização dos mesmos, antes e após a instrumentação, em um “scanner” de mesa, marca Hewlett Packard (H.P.), modelo Scanjet 6100 C/T e resolução óptica de 1.200 “dots per inch” (dpi). A digitalização foi padronizada utilizando-se um dispositivo que permitisse que os blocos de resina fossem digitalizados sempre na mesma posição (Figura 3). Este dispositivo permitiu que o bloco de resina acrílica

se mantivesse no centro da mesa do “scanner”, com o objetivo de evitar a interferência de sombras durante a digitalização, já que o objeto a ser digitalizado era tridimensional.



FIGURA 3: Dispositivo para digitalização padronizada

A digitalização foi regulada na função “Sharp Millions of Colors”, resolução de imagem em 1600 d.p.i., contraste, luminosidade e sombra na escala automática.

4.3- Seqüência técnica de instrumentação dos canais artificiais

4.3.1- Considerações iniciais

Antes de ser iniciada a instrumentação, independente do grupo em questão, foi colocada uma gota de glicerina na entrada do canal, para lubrificação inicial, já que ainda não havia espaço para inundar, com a solução irrigadora, o interior do canal artificial. A seguir, o canal foi ampliado com limas manuais Flexofile de número 10, para criar um espaço suficiente para o início da instrumentação em cada grupo experimental.

Todos os canais radiculares artificiais foram instrumentados a 1 mm aquém do comprimento real dos canais artificiais, sendo que o comprimento real esteve entre 18 e 19 mm . O preparo biomecânico foi iniciado com o canal artificial inundado em solução irrigadora, tanto manualmente quanto se utilizando o aparelho de ultra-som, dependendo do grupo que estava sendo instrumentado.

Os canais artificiais, tanto na técnica de instrumentação manual como na rotatória, foram instrumentados por um único operador e este não teve acesso visual aos mesmos durante a instrumentação. Os blocos de resina, durante a instrumentação, ficaram mantidos numa posição constante por meio do seu encaixe em uma morsa adaptada à bancada de laboratório (Figura 4) onde foram realizadas todas as técnicas de instrumentação, de todos os grupos experimentais.

A irrigação dos canais artificiais foi feita a cada troca de lima e ao final da instrumentação, seguindo-se as técnicas manual e ultrassônica, de acordo com o grupo em questão. A solução irrigadora utilizada em todos os grupos experimentais foi a água destilada, a qual não permite uma possível reação química com a resina acrílica nem com a tinta das paredes dos canais.

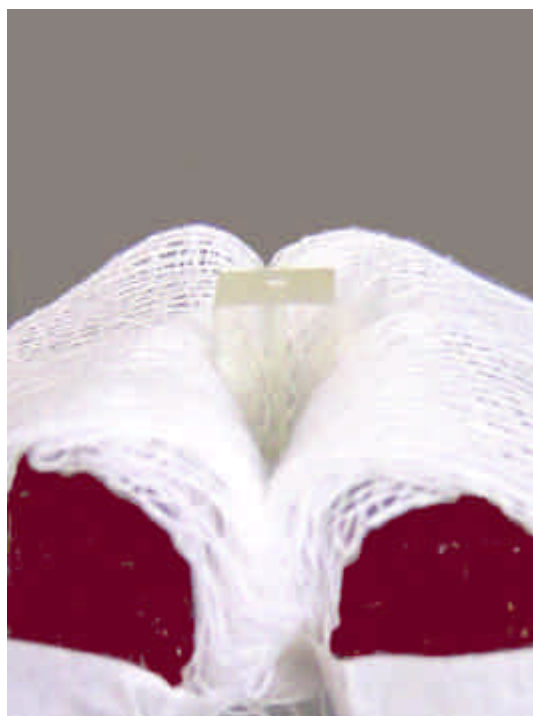


FIGURA 4: Bloco de resina adaptado à morsa

Para a irrigação manual foi utilizado 1 tubete anestésico (1,8 mL), a cada troca de lima, contendo água destilada e adaptado a uma seringa tipo Carpule com agulha gengival curta (B-D/30G).

A irrigação ultrassônica foi feita utilizando-se o aparelho ultra-som (Figura 5) modelo Profi I AS (Dabi Atlante), na potência I, adaptando-se uma lima manual de aço inoxidável Flexofile (Dentsply/Maillefer) de calibre 15, de 25 mm de comprimento e pré-curvada, a qual penetrou no interior do canal radicular artificial, no comprimento real de trabalho e lá permaneceu por 15 segundos (16 mL). A irrigação foi feita empregando-se movimentos verticais de vai-e-vem, sem pressão lateral contra as paredes do canal radicular artificial.



FIGURA 5: Aparelho de Ultra-som Dabi Atlante

Para a instrumentação manual, nos grupos V e VI, foi utilizada uma caixa de limas de aço inoxidável tipo Flexofile, 1ª série, de 25 mm (Figura 6) para cada um, ou seja, cada lima manual foi utilizada dez vezes. A instrumentação manual se iniciou com a lima de número 15, no comprimento real de trabalho. Cada lima manual foi utilizada no canal artificial até que ela se encontrasse livre no interior do mesmo, passando então para a lima de diâmetro subsequente. A cinemática de emprego das limas manuais foram movimentos de penetração com leve pressão em direção ao ápice, até o comprimento desejado, seguido de rotação no sentido horário e pressão lateral contra as paredes. Esta cinemática permite a limagem de modo circunferencial, envolvendo todas as paredes do canal radicular. O batente apical foi ampliado até lima de número 25, seguindo-se com o escalonamento com recuo progressivo anatômico, até a lima de número 40. Todas as limas manuais foram pré-curvadas.



FIGURA 6: limas manuais Flexofile 1º série (Dentsply/Maillefer))

Para a instrumentação rotatória dos canais artificiais foram utilizados os sistemas rotatórios de níquel e titânio K3 (Figura 7) e RaCe (Figura 8), adaptados a um motor elétrico Endo-Plus (Driller) (Figura 9). A velocidade empregada para os sistemas rotatórios, Sistema K3 e Sistema Race, foi de 300 r.p.m. O controle de torque foi ajustado em 2 N.cm, de acordo com orientações do fabricante.³⁸ Foi adaptado ao motor o contra-ângulo redutor de 16:1. Os instrumentos rotatórios foram introduzidos no interior do canal artificial até que fosse encontrada resistência (dentro dos limites estabelecidos pelo comprimento real de trabalho), daí então eles eram mantidos ali por, no máximo, 10 segundos. Não foi escolhido tempo maior que este, pois o atrito dos instrumentos nas paredes dos blocos de resina poderia levar a um aumento da temperatura, o que poderia amolecer a resina dos mesmos. Para cada grupo onde foi feita a instrumentação rotatória foi utilizado um sistema rotatório, ou seja, cada lima foi utilizada dez vezes.



FIGURA 7: Sistema Rotatório de Níquel e Titânio K3 (SDS-Kerr)



FIGURA 8: Sistema Rotatório de Níquel e Titânio Race(FKG)



FIGURA 9: Endo-Plus (Driller)

A cinemática de emprego utilizada para os instrumentos rotatórios foi aquela baseada nos princípios citados por Machtou & Martin¹⁰³ (1977) onde se recomenda exercer uma leve pressão apical com o instrumento e mantê-lo no interior do canal radicular por poucos segundos, fazendo pequenos movimentos de entrada e saída (“pecking motion”⁹⁶).

4.4- Instrumentação Rotatória

Para os grupos I e II foi utilizada a técnica “crown down pressureless technique”, de acordo com a técnica proposta⁵⁶ pela Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

Para os grupos III e IV, foi seguida também a técnica “crown down pressureless technique”, partindo-se do instrumento rotatório para desgaste

cervical na seqüência das cores dos anéis preta, verde e azul, sendo estes utilizados nos terços cervical e médio e a seguir as limas de calibre 25 (vermelha) com conicidade 04 e 02, nesta ordem. Foram utilizados, então, 5 instrumentos rotatórios Race (Técnica Simplificada).

4.4.1- Seqüência técnica de instrumentação para o Grupo I (Sistema K3 com irrigação manual).

- Instrumentação inicial feita com limas manuais tipo K-Flex (Kerr) de calibres 10 e 15, presentes no sistema, cujo objetivo foi criar condições para que fossem utilizados os instrumentos rotatórios e, ao mesmo tempo, perceber a anatomia do canal radicular simulado, pela sensibilidade táctil. Neste momento foi determinado o comprimento real de trabalho, que foi de 1 mm aquém do comprimento real do canal simulado;

-Irrigação manual;

-Ampliação do terço coronário (desgaste anti-curvatura), com o instrumento abridor de orifício (Orifice Opener) 25/.10 (estria/anel superior rosa – 0,10 mm/mm de conicidade) (estria/anel inferior vermelho – 0,25 mm D0), na parte reta do canal;

-Irrigação manual;

-Ampliação do terço coronário (desgaste anti-curvatura), com o instrumento abridor de orifício (Orifice Opener) 25/.08 (estria/anel superior verde – 0,08 mm/mm de conicidade) (estria/anel inferior vermelho – 0,25 mm D0), na parte reta do canal, mas com um avanço de 1 a 3 mm além do obtido com o instrumento 25/.10;

- Irrigação manual;

-Início da instrumentação com as limas K3 Endo, tentando alcançar o comprimento real de trabalho, e na seqüência:

- Lima 30/.06 (estria/anel superior laranja – 0,06 mm/mm de conicidade) (estria/anel inferior azul – 0,30 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 30/.04 (estria/anel superior verde – 0,04 mm/mm de conicidade) (estria/anel inferior azul – 0,30 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 25/.06 (estria/anel superior laranja – 0,06 mm/mm de conicidade) (estria/anel inferior vermelho – 0,25 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 25/.04 (estria/anel superior verde – 0,04 mm/mm de conicidade) (estria/anel inferior vermelho – 0,25 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 20/.06 (estria/anel superior laranja – 0,06 mm/mm de conicidade) (estria/anel inferior amarelo – 0,20 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 20/.04 (estria/anel superior verde – 0,04 mm/mm de conicidade) (estria/anel inferior amarelo – 0,20 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Alargamento do batente apical até 2 limas de número subseqüentes ao instrumento apical inicial (20.04) e com conicidades de 0,04 mm/mm (25/.04 e 30/.04);

- Irrigação manual.

4.4.2- Seqüência técnica de instrumentação para o Grupo II (Sistema K3 com irrigação ultra-sônica).

Neste grupo experimental foi utilizada a mesma seqüência técnica de instrumentação seguida para o grupo I diferindo quanto ao método de irrigação, que neste grupo foi a irrigação ultra-sônica, a cada troca de lima e ao final da instrumentação.

4.4.3- Seqüência técnica de instrumentação do grupo III (Sistema Race– Técnica Simplificada com irrigação manual).

- Instrumentação inicial com lima manual tipo Flexofile de calibre 10 (diâmetro compatível com o do canal simulado, segundo orientações do fabricante³⁸) para criar condições para que fossem utilizados os instrumentos rotatórios. Neste momento já era determinado o comprimento real de trabalho, que foi de 1 mm aquém do comprimento real do canal simulado.

- Lima 40/.10 (anel preto – 0,10 mm/mm de conicidade e 0,40 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 35/.08 (anel verde – 0,08 mm/mm de conicidade e 0,35 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 30/.06 (anel azul – 0,06 mm/mm de conicidade e 0,30 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 25/.04 (anel vermelho – 0,04 mm/mm de conicidade e 0,25 mm de D0);

- Irrigação manual;

- Lima 25/.02 (anel vermelho – 0,02 mm/mm de conicidade e 0,25 mm de D0);

- Irrigação manual.

4.4.4- Seqüência técnica de instrumentação do grupo IV (Sistema Race – Técnica Simplificada com irrigação ultra-sônica).

Neste grupo experimental foi utilizada a mesma seqüência técnica de instrumentação seguida para o grupo II, variando apenas o método de irrigação, sendo que neste grupo foi realizada a irrigação ultra-sônica, a cada troca de lima e ao final da instrumentação.

4.5- Instrumentação Manual

4.5.1- Seqüência técnica de instrumentação para o Grupo V (instrumentação manual com limas Flexofile e irrigação manual).

- Instrumentação com lima manual de aço inoxidável Flexofile número 15, no comprimento real de trabalho;

- Irrigação manual;

- Instrumentação com lima manual de aço inoxidável Flexofile número 20, no comprimento real de trabalho;

- Irrigação manual;

- Instrumentação com lima manual de aço inoxidável Flexofile número 25 (instrumento memória), no comprimento real de trabalho;

- Irrigação manual;

- Escalonamento: instrumentação com lima manual de aço inoxidável Flexofile número 30, até encontrar resistência;

- Irrigação manual;

- Instrumentação com Instrumento Memória no comprimento real de trabalho;

- Irrigação manual;

- Escalonamento: instrumentação com lima manual de aço inoxidável Flexofile número 35, até encontrar resistência;

- Irrigação manual;

- Instrumentação com Instrumento Memória no comprimento real de trabalho;

- Irrigação manual;

- Escalonamento: instrumentação com lima manual de aço inoxidável Flexofile número 40, até encontrar resistência;

- Irrigação manual;

- Instrumentação com Instrumento Memória no comprimento real de trabalho;

- Irrigação manual final.

4.5.2- Seqüência técnica de instrumentação para o Grupo VI (instrumentação manual com limas Flexofile e irrigação ultra-sônica).

Neste grupo experimental foi utilizada a mesma seqüência técnica de instrumentação seguida para o grupo V, com a diferença quanto ao método de irrigação sendo que, neste grupo, foi realizada a irrigação ultra-sônica, a cada troca de lima e ao final da instrumentação.

Cabe ressaltar que o cuidado com os passos comuns a todos os grupos, como por exemplo, a utilização da mesma solução irrigadora, o mesmo tempo de permanência do instrumento rotatório no interior dos canais artificiais para os grupos que utilizaram a instrumentação rotatória, bem como o fato de toda a instrumentação ter sido feita por um único operador, contribuíram para a diminuição do número de variáveis que poderiam inviabilizar uma padronização da metodologia e predispor a interferências nos resultados.

4.6- Análise das imagens após a instrumentação

Após a instrumentação dos canais artificiais, foi feita uma segunda digitalização dos blocos de resina, estando estes na mesma posição adotada para a digitalização antes da instrumentação e seguindo os mesmos critérios de padronização da digitalização utilizados inicialmente.

As imagens dos canais radiculares simulados, obtidas após a instrumentação, foram analisadas no computador e também na sua impressão colorida em papel couche 40 (Impressora – HP-Deskjet 720 C), e receberam escores de acordo com a qualidade do preparo biomecânico obtido (Quadro 1) em cada uma das técnicas e em cada um dos terços dos canais radiculares simulados, procurando-se observar os seguintes eventos:

- A ação dos instrumentos nas paredes dos canais radiculares simulados;
- Presença de deformações no canal artificial como desvios, degraus e perfurações;
- Presença de instrumentos fraturados no canal simulado.

Quadro 1: escores estabelecidos e suas especificações.

Escores	Especificações
0	Parede do canal completamente instrumentada.
1	Parede do canal preparada, porém com discretas áreas sem atuação dos instrumentos (menos de 10% do terço do canal).
2	Parede do canal instrumentada, porém com moderadas áreas sem atuação dos instrumentos (até 50% do terço do canal).
3	Parede do canal instrumentada, porém com grandes áreas sem atuação dos instrumentos (mais de 50% do terço do canal)
4	Presença de deformações do canal principal: formação de degrau, “zip” apical, desvio, perfuração ou presença de instrumentos fraturados.

Foi observado também se houve perda do comprimento de trabalho⁷⁸.

Os escores acima identificados foram anotados em um quadro específico e interpretados, procurando-se identificar as técnicas e os instrumentos que tiveram o melhor comportamento no preparo dos canais radiculares curvos simulados.

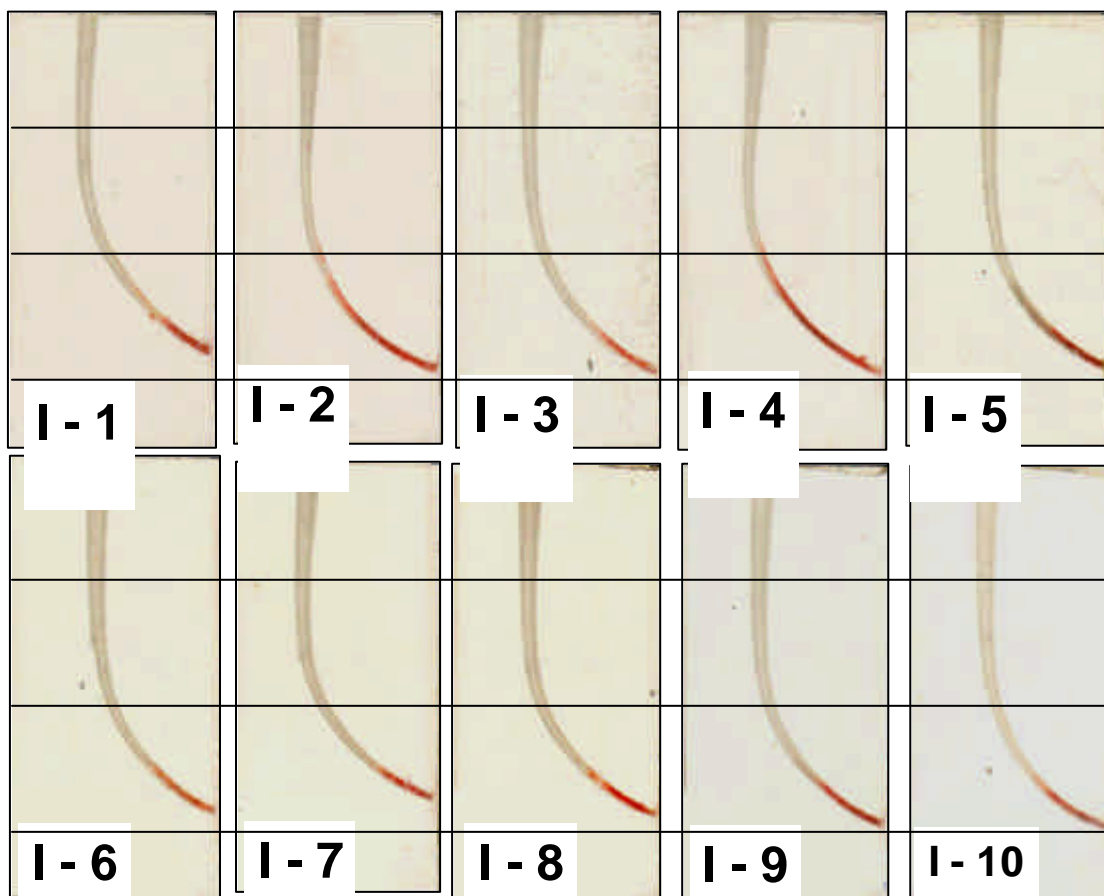
4.7– Planejamento Estatístico

Posteriormente à aplicação dos escores, os grupos experimentais receberam análise estatística pelo método de Kruskal-Wallis para mostrar se houve diferença significativa entre as técnicas e, assim, interpretar os resultados encontrados.

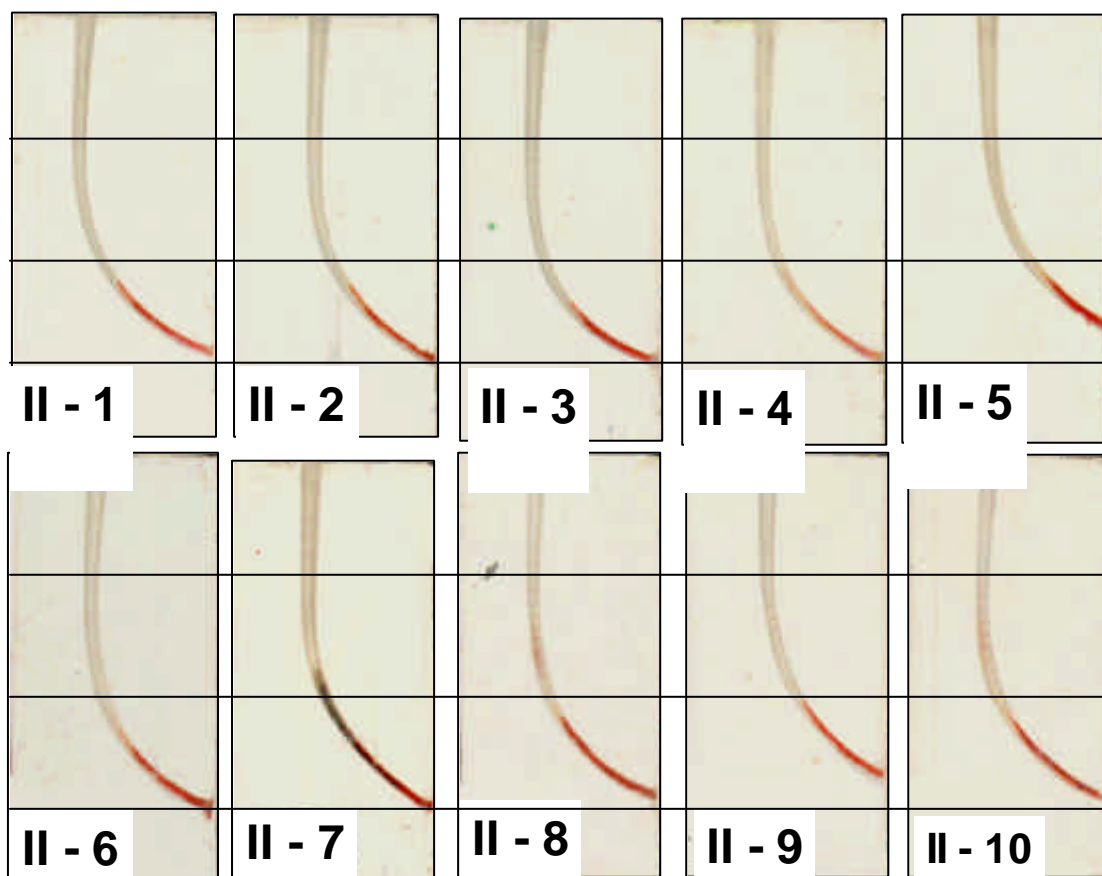
5) Resultados

As pranchas fotográficas de números 1 a 6, a seguir, apresentam as imagens dos canais radiculares simulados e curvos, obtidas após o preparo, dos mesmos, nos diversos grupos experimentais.

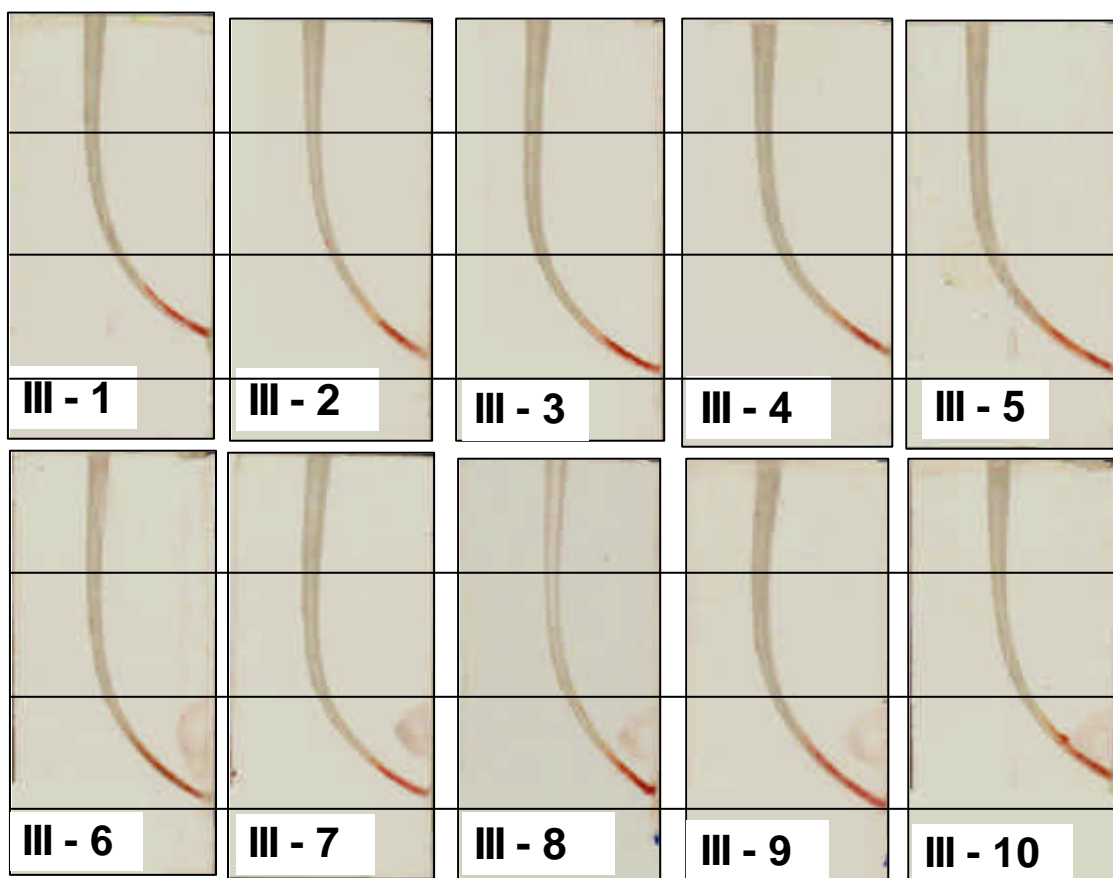
GRUPO I

Prancha fotografica
Grupo I

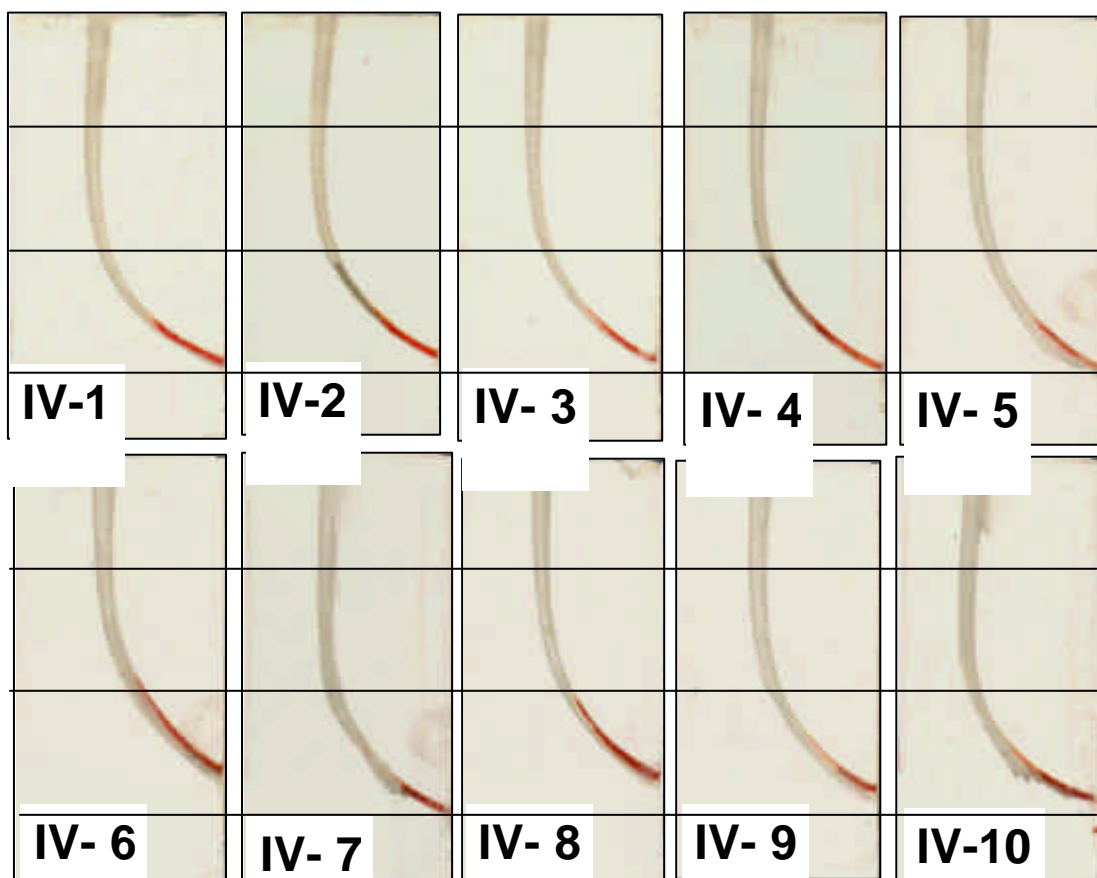
GRUPO II



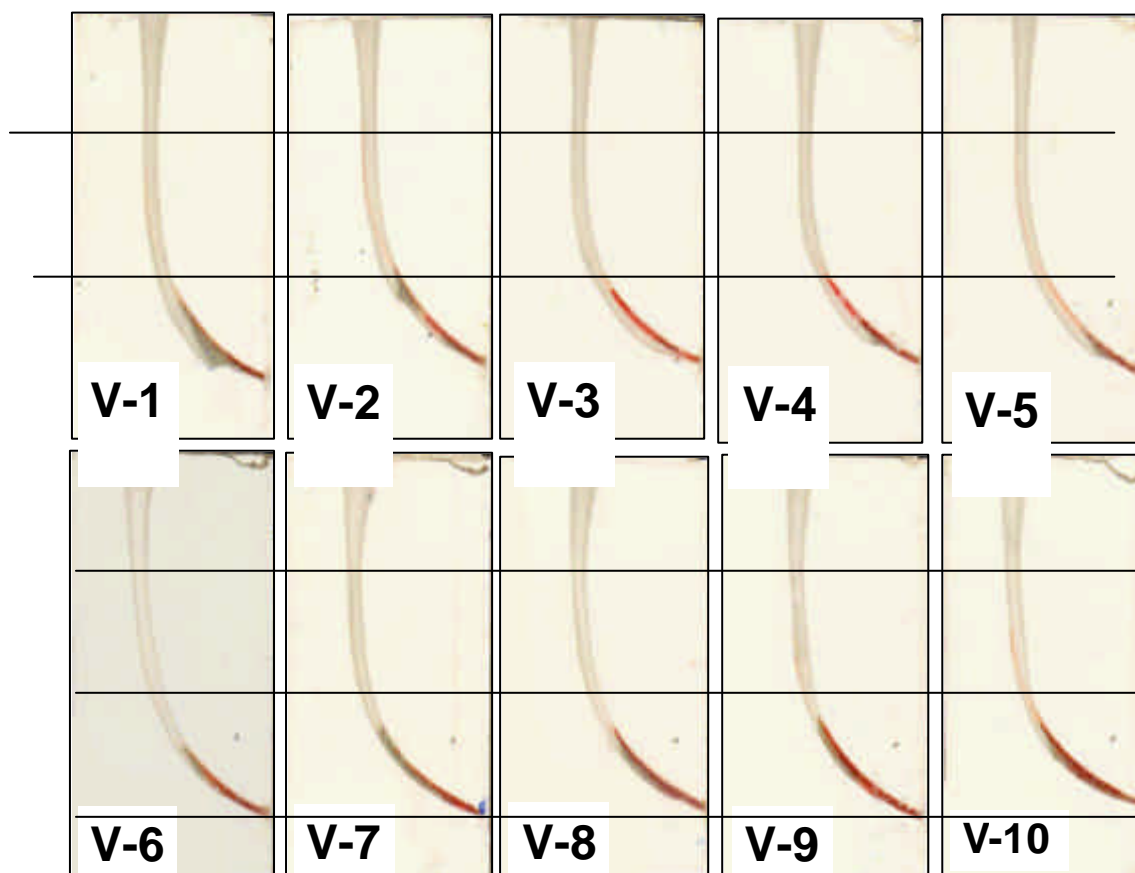
GRUPO III



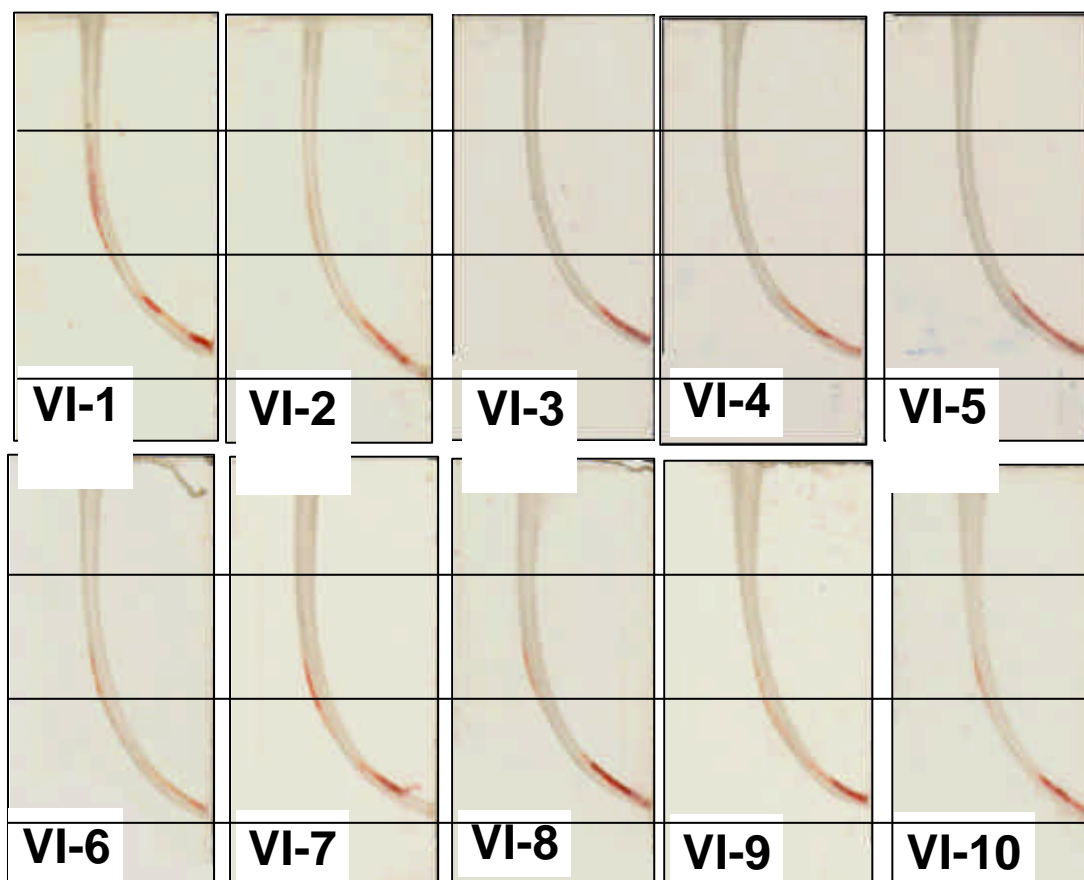
GRUPO IV



GRUPO V



GRUPO VI



5.3- Terço apical

Quadro 4: quadro representativo mostrando os escores relativos à ação dos instrumentos nos terços apicais das paredes dos canais radiculares simulados nos diversos grupos experimentais.

Grupos	A		M		O		S		T		R		A		S	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
I	3	3	2	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
III	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3
IV	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
V	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
VI	4	3	4	4	4	2	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4

5.4- Análise descritiva das imagens obtidas após a instrumentação

5.4.1- Terço cervical

A análise do Quadro 2 permitiu concluir que a parede dos canais radiculares simulados, de todos os grupos experimentais, foram completamente preparadas neste terço radicular, com uma única exceção (Grupo VI- amostra 4) que mostrou discretas áreas com ausência de atuação dos instrumentos.

5.4.2- Terço médio

A análise do Quadro 3 permitiu concluir que as paredes dos canais radiculares simulados dos Grupos IV e III apresentaram os melhores resultados, tendo cada um deles, apenas uma amostra com discretas áreas sem atuação dos instrumentos, seguido do Grupo I que apresentou duas amostras com discretas áreas sem atuação dos instrumentos.

Em seguida, vem o Grupo II, apresentando duas amostras com discretas áreas sem atuação dos instrumentos e uma outra amostra onde se verifica a presença de um instrumento fraturado entre o terço médio e apical (amostra 7) e o Grupo V com quatro amostras cujas paredes dos canais artificiais foram completamente instrumentadas e seis amostras com discretas áreas sem atuação dos instrumentos.

Finalmente, verifica-se o Grupo VI, que apresentou duas amostras cujas paredes dos canais foram completamente preparadas, seis amostras com discretas áreas sem atuação dos instrumentos, uma amostra com moderadas áreas sem atuação dos instrumentos e uma com grandes áreas sem atuação dos instrumentos.

5.4.3- Terço apical

A análise do Quadro 4 permite concluir que as paredes dos canais radiculares simulados dos Grupos I e III apresentaram os melhores resultados. No Grupo I houve seis amostras com moderadas áreas sem atuação dos instrumentos, três amostras com grandes áreas sem atuação dos instrumentos na parede curva dos canais radiculares simulados e uma outra amostra onde se verificou a presença de degrau com acúmulo de raspa de resina (amostra 5), enquanto que, o Grupo III apresentou cinco amostras com moderada ação dos instrumentos nas paredes dos canais artificiais e cinco amostras com grandes áreas sem atuação dos instrumentos.

Em seguida, verifica-se no Grupo II, grandes áreas sem atuação dos instrumentos (em seis amostras), duas amostras com a presença de degrau (amostras 1 e 6), uma amostra apresentando “zip” apical (amostra 9) e uma outra amostra apresentando um instrumento fraturado (amostra 7).

Posteriormente, observa-se que o Grupo VI apresenta uma predominância de deformações do canal principal, como “zip” e degraus (amostras 1,3,4,5,7,8 e 10). Observa-se também duas amostras com grandes áreas sem atuação dos instrumentos nas paredes dos canais artificiais e uma com moderadas áreas sem atuação dos instrumentos.

É possível observar em seguida que o Grupo IV apresenta, predominantemente, amostras com deformações apicais diversas (“zip” apical, degraus e desvios), seguido de amostras com grandes e moderadas áreas sem atuação dos instrumentos nas paredes dos canais artificiais.

Finalmente, temos o Grupo V, que se apresenta com todas as suas amostras contendo deformações apicais.

5.5- Análise estatística

O Quadro 5, em seguida, expressa os resultados da qualidade do preparo biomecânico para diferentes técnicas segundo os escores estabelecidos na metodologia e atribuídos por consenso por dois examinadores.

Quadro 5: Qualidade do preparo biomecânico segundo técnica e terço do canal radicular (TC=terço cervical; TM=terço médio; TA=terço apical).

Técnica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TC										
T ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₆	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
TM										
T ₁	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1
T ₃	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₄	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T ₅	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1
T ₆	3	1	0	1	0	1	2	1	1	1
TA										
T ₁	3	3	2	3	4	2	2	2	2	2
T ₂	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3
T ₃	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3
T ₄	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4
T ₅	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T ₆	4	3	4	4	4	2	4	4	3	4

Aos resultados obtidos, aplicou-se a estatística de Kruskal-Wallis, obtendo-se:

Tabela 1. Soma de postos (SP) e posto médio (PM), estatística de Kruskal-Wallis (H) e significância estatística (p) segundo técnica e terço radicular (TC=terço cervical; TM=terço médio; TA=terço apical)

Técnica	n	TC		TM		TA	
		SP	PM	SP	PM	SP	PM
T ₁	10	300	30	257,00	25,70	153,50	15,35
T ₂	10	300	30	297,00	29,70	314,00	31,40
T ₃	10	300	30	228,50	22,85	145,00	14,50
T ₄	10	300	30	228,50	22,85	393,00	39,30
T ₅	10	300	30	371,00	37,10	455,00	45,50
T ₆	10	330	33	448,00	44,80	369,50	36,95
H		0,246 ^{ns}		12,747*		27,225*	
P		0,9985		0,0259		0,0001	

ns: não-significativo

*: significativo

Sendo o valor de H não-significativo, para o terço cervical, pode-se concluir que houve semelhança entre as técnicas, as quais promoveram a instrumentação completa do canal.

Em relação ao terço médio, houve variabilidade significativa e o mesmo pôde ser observado para o terço apical.

Nestes dois últimos casos, de significância estatística, procedeu-se aos contrastes estatísticos, com a comparação das técnicas duas a duas.

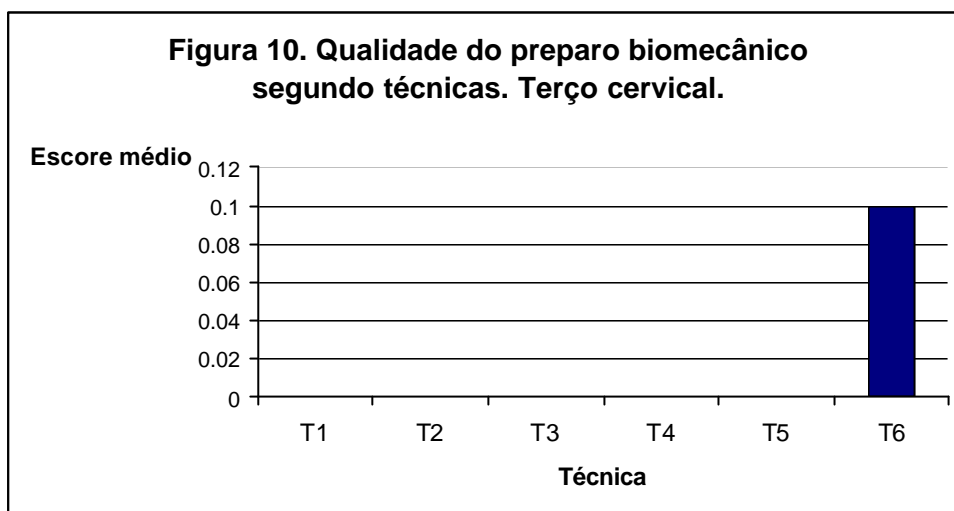
Tabela 2. Contrastes estatísticos entre técnicas segundo diferença de postos médios (DTM= diferença de postos para terço médio; DTA= diferença de postos para terço apical).

CONTRASTE	DTM	DTA	Valor crítico ($\alpha=5\%$)
T ₁ vs T ₂	4,00 ^{ns}	16,05*	15,93
T ₃	2,85 ^{ns}	0,85 ^{ns}	
T ₄	2,85 ^{ns}	23,95*	
T ₅	11,40 ^{ns}	30,15*	
T ₆	19,10*	21,60*	
T ₂ vs T ₃	6,85 ^{ns}	16,90*	
T ₄	6,85 ^{ns}	7,90 ^{ns}	
T ₅	7,40 ^{ns}	14,10 ^{ns}	
T ₆	15,10 ^{ns}	5,55 ^{ns}	
T ₃ vs T ₄	0,00 ^{ns}	24,80*	
T ₅	14,25 ^{ns}	31,00*	
T ₆	21,95*	22,45*	
T ₄ vs T ₅	14,25 ^{ns}	6,20 ^{ns}	
T ₆	21,95*	2,35 ^{ns}	
T ₅ vs T ₆	7,70 ^{ns}	8,55 ^{ns}	

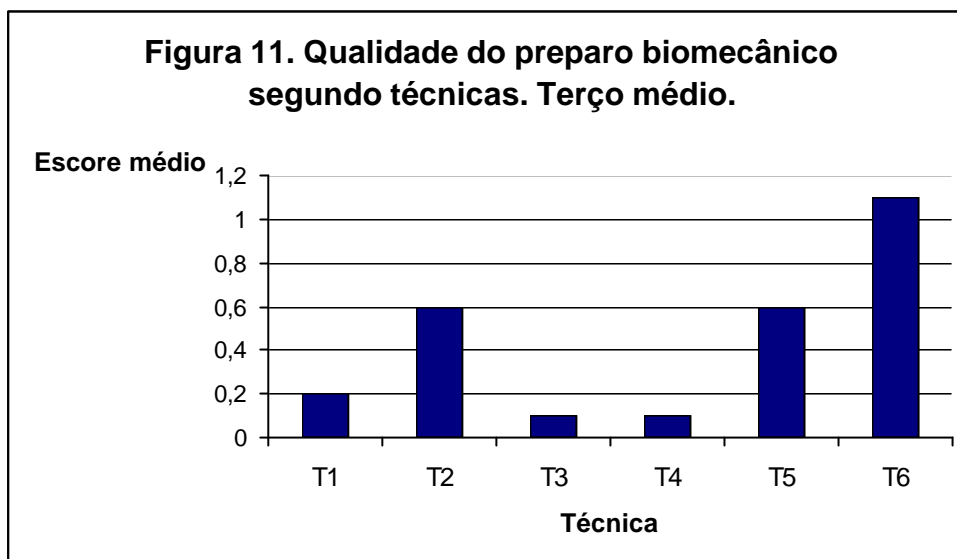
ns: não-significativo

* :significativo

Assim, as representações gráficas, a seguir, permitem a visualização da qualidade do preparo biomecânico segundo técnica adotada, em relação a:

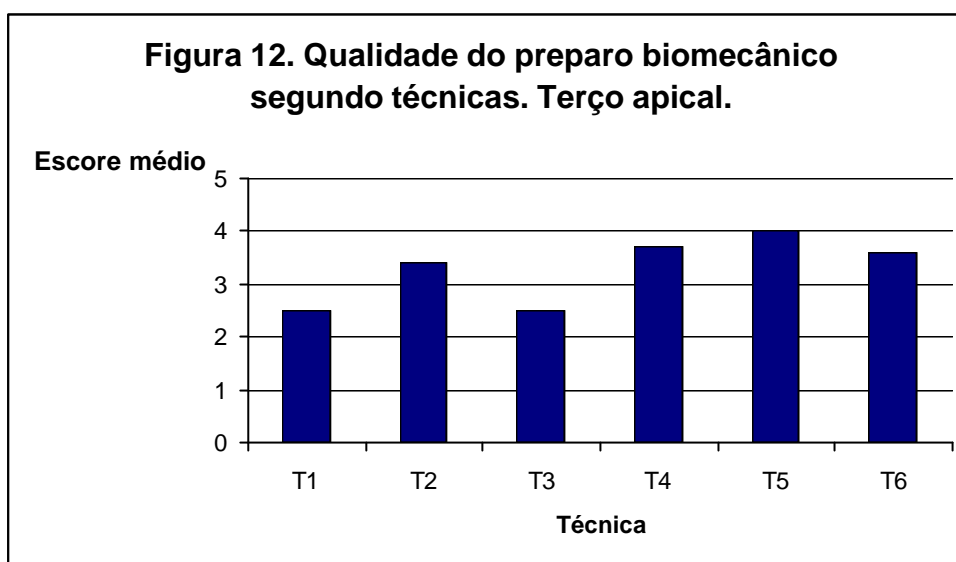
TERÇO CERVICAL:

As técnicas foram semelhantes quanto ao preparo biomecânico por elas promovido.

TERÇO MÉDIO:

Para o terço médio, houve comportamento distinto entre as técnicas T₁ e T₆, T₃ e T₆, T₄ e T₆. Por outro lado, as técnicas T₁, T₃ e T₄ apresentaram resultados semelhantes entre elas, bem como, as técnicas T₂ e T₅.

TERÇO APICAL:



Para o terço apical, houve comportamento distinto entre as técnicas T₁ e T₂, T₁ e T₄, T₁ e T₅, T₁ e T₆, T₂ e T₃, T₃ e T₄, T₃ e T₅, T₃ e T₆ e comportamento semelhante entre as técnicas T₁ e T₃ e entre as técnicas T₂, T₄, T₅ e T₆.

6) Discussão

O preparo biomecânico automatizado de canais radiculares impõe, aos profissionais clínicos e especialistas, um desafio. Espera-se que ele ofereça a possibilidade de redução do tempo de preparo, a diminuição do “*stress*” tanto para o profissional quanto para o paciente e também melhor qualidade do preparo e, assim, de todo o tratamento endodôntico.

6.1- Da Metodologia

6.1.1- Estudo em canais radiculares simulados em blocos de resina acrílica.

A instrumentação em canais radiculares simulados em blocos de resina acrílica transparente pode abolir diversas variáveis que normalmente são encontradas nos canais radiculares em dentes naturais, variáveis essas que dificultariam a padronização de um estudo comparativo entre técnicas e instrumentos endodônticos. Podem interferir nos resultados a idade do dente natural extraído, seu comprimento, o diâmetro do canal, as curvaturas radiculares e a dureza da dentina, sendo que esta apresenta diferenças entre a porção coronária e a porção radicular segundo Hodge & Mckay⁴⁹ e Wright & Fenske¹⁰².

Há diferenças também, independente da porção dentária, de dureza dentinária entre dentes com e sem processos cariosos, dentes que sofreram atrição ou abrasão³².

A dureza dentinária de dentes de pacientes senis geralmente é maior do que a de pacientes jovens. Pode haver diferença também entre pacientes do sexo masculino e feminino, sendo que no feminino a dureza da dentina é maior¹⁰².

Neste estudo, os canais radiculares simulados nos blocos de resina foram pré-determinados, durante a sua seleção, quanto ao seu comprimento, diâmetro e curvatura, na tentativa de diminuir as variáveis que são comumente encontradas quando se utilizam dentes naturais extraídos em trabalhos de pesquisa. Desta maneira, contribui-se para uma interpretação mais fidedigna dos resultados.

Com relação ao ângulo de curvatura, os canais radiculares simulados apresentaram curvaturas entre 40 e 50 graus⁷⁸, para tentar melhor representar as condições clínicas de um canal radicular curvo e observar o comportamento dos

instrumentos e das técnicas de instrumentação utilizados neste estudo nestas condições.

Muitos autores concordam com a escolha de canais radiculares simulados em blocos de resina acrílica como modelo experimental e os utilizam e seus estudos de avaliação de técnicas de instrumentação^{13,26,48,88,89, 90,91,92,93,94,101}.

No entanto, para autores, como Lim & Webber⁵⁷ (1985) e Coleman & Svec³¹ (1997), não há diferenças entre blocos de resina ou dentes extraídos para a avaliação de técnicas de instrumentação.

Utilizando como modelo experimental os blocos de resina acrílica é possível, pela transparência dos blocos, realizar uma avaliação visual dos corpos de prova, por meio da digitalização de imagens, analisando-as em um computador⁸⁴, por meio de fotografias¹⁹ e por meio de câmeras filmadoras^{18,88}.

Para analisar, por transparência, dentes naturais extraídos é preciso que os mesmos sejam diafanizados. O processo de diafanização pode introduzir mais variáveis no trabalho como, por exemplo, a diminuição de substância calcificada e também da substância corante das paredes dentinárias, sendo difícil conseguir a padronização do estudo assim como a credibilidade dos resultados obtidos.

Os canais radiculares simulados utilizados neste estudo apresentavam todas as suas paredes coloridas por tinta vermelha, com o objetivo de melhorar a observação da ação dos instrumentos e das técnicas de instrumentação utilizados neste estudo, sendo que a maior remoção da tinta indicava uma maior ação nas paredes dos canais.

A escolha pela utilização de dentes extraídos muita vezes dificulta a realização de determinados estudos científicos. A dificuldade se inicia já com a

obtenção das amostras, que geralmente é feita em banco de dentes e, portanto, é difícil, a olho nu, diferenciar o processo patológico que levou a extração do dente em questão. Assim, o Comitê de Ética em Pesquisa Odontológica determina que deve existir, para todo dente extraído utilizado nesses estudos, o seu histórico clínico e radiográfico. Tais condições, como foi dito, dificultam, e até desestimulam, a realização de estudos envolvendo dentes naturais extraídos.

Assim, os canais radiculares simulados em blocos de resina acrílica podem ser considerados um modelo experimental importante e são bastante utilizados na literatura^{8,61,62,85}.

6.1.2 - Técnicas de instrumentação de canais radiculares

Nos grupos I e II foi utilizado o sistema rotatório de níquel e titânio K3 (SDS Kerr). Este sistema foi desenvolvido pelo Dr. John T. MacSpadden e lançado no comércio em 2001. Os instrumentos deste sistema apresentam características diferentes em relação ao demais. A maioria dos instrumentos rotatórios apresenta ângulo de corte negativo. O sistema K3 possui 3 diferentes dentes de corte positivo, com ângulos diferentes, sendo que apresenta maior capacidade de corte⁵⁶.

O sistema K3, diferente dos outros sistemas, apresenta uma ampla superfície radial, atribuindo ao instrumento uma maior massa na região onde o estresse é maior no contato com a dentina, melhorando, assim, a sua resistência e o seu poder de corte. Por trás dessa ampla superfície radial, existe uma grande

área de escape, sendo maior a ranhura para o acúmulo de raspas de dentina. Os instrumentos do sistema K3 são identificados por diferentes anéis coloridos, que indicam a conicidade e o diâmetro do início da ponta ativa do instrumento.

Nos grupos III e IV foi utilizado o sistema rotatório de níquel e titânio Race (FKG). Segundo o fabricante ³⁸, este sistema possui as seguintes características: áreas de corte alternadas que previnem o efeito rosca e o bloqueio, permitindo um baixo torque; corte afiado oferecendo melhor eficiência utilizando menos instrumentos; possui o SMD (Safety Memo Disc), que é o disco de memória de segurança que controla a fadiga do instrumento.

Os instrumentos Race oferecem uma conicidade de 2% e padrão ISO 015. Há também conicidades maiores, de 10% a 2%, para o preparo coroa-ápice. Como foi dito, e segundo o fabricante, o sistema Race permite um torque extremamente baixo, que é dificilmente mensurável em alguns instrumentos, o que reduz significativamente o risco de fratura dos mesmos ³⁸.

Nos grupos V e VI foram utilizadas as limas manuais de aço inoxidável Flexofile (Dentsply/Maillefer) para a instrumentação dos canais radiculares simulados, seguindo a *técnica escalonada com recuo progressivo anatômico*, para ser obtido um preparo escalonado (Clem²⁹ e Weine¹⁰¹). Essa técnica é semelhante ao escalonamento com recuo progressivo programado. A diferença entre elas é que na técnica escalonada com recuo progressivo anatômico, os recuos feitos com as limas em sua seqüência não são pré-determinados, ou seja, não são de 1mm, e sim são ditados pelas condições anatômicas do canal que estiver sendo preparado. O objetivo desta técnica é preservar a posição e forma originais do forame apical, alargar a porção apical dos canais radiculares atresiadados e curvos até pelo menos o instrumento de número 25,

que é considerado de flexibilidade ótima, e dilatar subseqüencialmente o canal radicular com recuos progressivos anatômicos, na tentativa de atribuir-lhe uma conformação cônica de apical para cervical ⁵⁵.

Foi escolhida essa técnica manual de instrumentação por ser mais comumente utilizada pelos profissionais, tanto especialistas como da clínica geral, e para compará-la com a técnica “crown-down pressureless technique” ⁵³ que é o “preparo coroa-ápice sem pressão”, que também é recomendada para a utilização dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio avaliados neste estudo.

O objetivo principal deste estudo foi analisar a ação e desvios proporcionados pela instrumentação manual e rotatória sobre as paredes dos canais radiculares curvos simulados em blocos de resina. Porém, foram utilizadas duas técnicas diferentes de irrigação, complementando as técnicas de instrumentação de canais radiculares já estabelecidas pela literatura e pelos fabricantes das limas endodônticas utilizadas neste estudo. A finalidade deste passo foi de associar diferentes tipos de técnicas de instrumentação e irrigação e de se observar qual delas é a mais adequada, dentro dos objetivos principais deste estudo.

Para irrigação ultra-sônica foi utilizado o aparelho de ultra-som modelo Profi I AS (Dabi Atlante). Em um estudo piloto previamente feito, foram testadas as potências I, II e III deste aparelho de ultra-som, e foi observado que a utilização das potências II e III provocava o maior desvio do trajeto original do canal, tendo sido feita então a escolha pela utilização da potência I do aparelho de ultra-som, para tentar evitar ou diminuir a ocorrência de tais desvios durante a irrigação dos canais. Foram utilizadas, para irrigação ultra-sônica, as limas manuais de aço inoxidável Flexofile, pois a ponta destas limas não possui corte, ou seja, é inativa. Há uma

diminuição da ocorrência de desvios do trajeto original do canal quando limas manuais de ponta inativa são utilizadas para irrigação ultra-sônica¹⁰.

Com relação à velocidade ideal para serem utilizados os instrumentos rotatórios de níquel e titânio existem controvérsias na literatura. Quanto maior a velocidade utilizada, maior será o corte proporcionado pelos instrumentos e maior o rendimento da instrumentação. Entretanto, a maioria dos autores^{34,103}, constatou uma relação direta entre a velocidade de rotação dos instrumentos rotatórios e a distorção das espiras da lima.

Já Daugherty et al.³³ (2001) mostraram vantagens para a utilização dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio em 350 r.p.m., pois nessa velocidade, além de ser aumentada a eficiência de corte das limas, ocorre um índice de deformação do instrumento de aproximadamente 50% a menos do que quando comparado ao acionamento a 150 r.p.m.

Neste estudo fez-se a opção por utilizar, para os dois sistemas rotatórios de níquel e titânio, a velocidade de 300 r.p.m., pelo fato desta velocidade estar dentro da média de velocidades utilizadas e já consagradas na literatura científica endodôntica^{92,93,94,95}. Embora o fabricante das limas Race recomende que a mesma pode ser utilizada a uma velocidade de até 600 r.p.m.

Com relação ao torque, deve-se buscar o binômio segurança-eficiência⁶⁷. Torques elevados podem aumentar o risco do instrumento à fratura e por isso não podem ultrapassar o limite de elasticidade do instrumento. Instrumentos mais calibrosos exigem maior torque do que aqueles de menor diâmetro⁷³.

A anatomia do canal radicular pode influenciar o torque exigido pelo instrumento rotatório. Segundo Peters et al⁶⁸, em 2003, tanto para canais de

curvatura acentuada, como para aqueles de pequeno diâmetro, há maior exigência por parte do instrumento.

Neste estudo, foi utilizado o torque de 2 N.cm, de acordo com orientações do fabricante do sistema Race. Foi utilizado o mesmo torque para o Sistema K3 como medida de padronização.

Todos os canais radiculares simulados foram instrumentados por um único operador, especialista em Endodontia e com experiência na utilização de sistemas rotatórios de níquel e titânio. Dessa maneira, foi eliminada a variável relacionada ao operador e foram evitados também fatores associados à falta de experiência do mesmo, o que pode interferir na interpretação dos resultados obtidos com o presente estudo.

A literatura mostra a importância do treinamento prévio com os sistemas rotatórios de níquel e titânio, onde a experiência é importante no controle da cinemática da instrumentação automatizada^{8, 61, 62}.

6.1.3- Análise das imagens digitalizadas antes e após a instrumentação

Neste estudo foi feita uma análise por meio da digitalização de imagens. Os canais radiculares simulados nos blocos de resina acrílica transparente foram digitalizados antes e após a instrumentação e suas imagens foram transportadas para um computador. Foi feita a obtenção das imagens antes da instrumentação com o objetivo de tê-las registradas, como segurança, para esclarecer qualquer dúvida em relação a imagem original do canal, durante a análise após a instrumentação.

A análise das imagens obtidas foi feita no computador e também na mesma imagem em impressão colorida em papel couche 40. Às imagens analisadas foram dados escores de acordo com a qualidade do preparo biomecânico, observando a presença de deformações no canal artificial como degraus, perfurações, “zips” e também a presença de instrumentos fraturados.

No entanto existem diversos métodos de análise comparativa entre técnicas de instrumentação de canais radiculares artificiais ou naturais, como mostra a literatura. Pelo método radiográfico pode-se analisar o nível da curvatura, o desvio apical^{45,80}, o ângulo de curvatura⁸⁰, a forma das paredes, côncava e convexa, do canal⁸⁸.

Há outros métodos, descritos na literatura científica endodôntica, para avaliar técnicas de instrumentação como a utilização da mufla^{17,28}, realizando o corte transversal e analisando a área, forma, desvio e centralização do canal. Há também, para o mesmo objetivo, a análise em imagens fotográficas^{17,39,76,89}, filmes em vídeo²⁸, utilização do microscópio óptico⁹, digitalização de imagem por meio de scanner^{2,84,96}.

6.2- Dos Resultados

6.2.1- Terço Cervical.

6.2.1.1- Discussão dos resultados estatísticos

Quanto à análise estatística, pôde-se concluir que houve semelhança entre as técnicas, as quais promoveram a instrumentação completa daquele terço do canal radicular simulado (Figura 10).

6.2.1.2- Discussão dos resultados da análise visual descritiva

A análise visual descritiva dos dados obtidos neste terço mostra que a parede dos canais radiculares simulados, de todos os grupos experimentais, foram completamente preparadas, com uma única exceção (Grupo VI- amostra 4) que mostrou discretas áreas com ausência de atuação dos instrumentos. Esta exceção não permite, estatisticamente, ser considerada como diferença significativa.

Os instrumentos rotatórios utilizados neste estudo possuem uma variação de conicidade³⁸ de uma lima para outra, sendo que esta aumenta em direção a base da parte ativa de cada instrumento. A maior conicidade do instrumento atua no terço cervical do canal radicular permitindo, assim, uma maior ampliação daquela área.

As variações de conicidade de um instrumento para outro e a diferença entre a conicidade do instrumento endodôntico e a do canal radicular irão permitir um maior poder de corte por parte do instrumento, devido a uma menor superfície de contato do instrumento com as paredes do canal radicular. Isso faz com que todas as forças sejam concentradas em uma área (a de contato) determinando um preparo cônico no sentido coroa/ápice⁵³.

O desenho da secção transversal de um instrumento endodôntico e a sua área de superfície radial em contato com a dentina estão diretamente

relacionado à sua capacidade de corte²⁶. Assim, a adequada remoção do corante vermelho das paredes dos canais radiculares simulados pode estar associada ao desenho da secção transversal dos instrumentos utilizados neste estudo. Os instrumentos rotatórios K3 e RaCe apresentam secção transversal assimétrica e triangular, respectivamente. As limas manuais Flexofile apresentam secção transversal triangular.

Por outro lado, a maior ou menor remoção de corante das paredes dos canais radiculares simulados também pode estar associada à técnica de instrumentação utilizada. A proposição deste presente estudo, além das deformações, também foi avaliar a ação, pela remoção do corante, de diferentes técnicas de instrumentação de canais radiculares. A elaboração de uma técnica de instrumentação de canais radiculares envolve, entre outros fatores, os instrumentos endodônticos utilizados, as características de sua parte ativa e o modo de utilizá-los.

A técnica escalonada com recuo progressivo anatômico⁵⁵, utilizada para a instrumentação manual neste estudo, permite que se obtenha um preparo escalonado (Clem²⁹ e Weine¹⁰¹). Neste preparo, a ação dos instrumentos de maior calibre e, conseqüentemente, a maior ampliação do canal radicular ocorrem no terço cervical e a menor no terço apical, o que pode justificar a adequada ação dos instrumentos manuais nas paredes dos canais radiculares simulados do terço cervical.

6.2.2 - Terço Médio

6.2.2.1 - Discussão dos resultados estatísticos

A análise estatística de Kruskal-Wallis mostrou uma variabilidade significativa neste terço, entre as técnicas utilizadas neste estudo. Foi observado um comportamento distinto entre as técnicas T1 e T6, T3 e T6, T4 e T6. Por outro lado, as técnicas T1, T3 e T4 apresentaram resultados semelhantes entre elas, bem como, as técnicas T2 e T5. Neste caso, de significância estatística, foram feitos os contrastes estatísticos, com a comparação das técnicas duas a duas, segundo a diferença de postos médios para o terço médio (Figura 11).

6.2.2.2- Discussão dos resultados da análise visual descritiva

Observando-se as pranchas fotográficas de números 1 a 6 e a figura 11, podemos verificar uma grande semelhança nos resultados, entre as técnicas 1, 3 e 4. Entretanto, a técnica 2, somente não ficou no mesmo patamar dos escores atribuídos as técnicas 1, 3 e 4, porque teve fratura de um instrumento em uma das amostras. Se não fosse por este único acidente, certamente os resultados seriam muito semelhantes para todas as técnicas rotatórias neste terço do canal radicular simulado.

Por outro lado, o mesmo não pode ser dito para a técnica 5, que mostrou algumas discretas áreas sem atuação dos instrumentos, e nem para a técnica 6, que evidenciou áreas maiores sem atuação dos mesmos.

6.2.3- Terço Apical

6.2.3.1- Discussão dos resultados estatísticos

Em relação ao terço apical, também houve uma variabilidade significativa entre as técnicas empregadas neste estudo. Neste caso, de significância estatística, foram feitos os contrastes estatísticos, com a comparação das técnicas duas a duas, segundo a diferença de postos médios para o terço apical. Foi observado, neste terço, um comportamento distinto entre as técnicas T₁ e T₄, T₁ e T₅, T₁ e T₆, T₂ e T₃, T₃ e T₄, T₃ e T₅, T₃ e T₆ e comportamento semelhante entre as técnicas T₁ e T₃ e T₂, T₄, T₅ e T₆ (Figura 12).

6.2.3.2- Discussão dos resultados da análise visual descritiva

Os grupos I e III apresentaram os melhores resultados. No grupo I foi utilizado o sistema rotatório de níquel e titânio K3, onde foi encontrado apenas uma amostra onde se verificou a presença de degrau com acúmulo de raspas de resina

(amostra 5). Essa deformação presente, apesar de ter sido leve, pode estar associada à maior conicidade, presente nos instrumentos rotatórios utilizados neste grupo (K3), tornando esses instrumentos com menor flexibilidade quando comparados às limas com conicidade padrão ISO (0,02 mm/mm)⁷⁸. No estudo de Schäfer & Florek⁷⁸ (2003), as limas K3 também proporcionaram uma adequada forma do canal e mostraram pouco transporte do canal. A capacidade dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio em manter a forma original da curvatura tem sido confirmada por vários estudos^{89, 90, 91, 94}.

No Grupo II, observamos grandes áreas sem atuação dos instrumentos (em seis amostras), duas amostras com a presença de degrau (amostras 1 e 6), uma amostra apresentando “zip” apical (amostra 9) e uma outra amostra apresentando um instrumento fraturado (amostra 7). Talvez o fato de este grupo ter apresentado um maior número de deformações, quando comparado ao Grupo I, possa estar relacionado aos fenômenos ultra-sônicos¹⁰ presentes na irrigação do grupo II, já que ambos os grupos foram instrumentados com os instrumentos rotatórios K3.

A fratura do instrumento K3 no Grupo II pode estar associada ao fato de, durante a instrumentação, ter sido observada pelo operador uma sensação maior de movimento de parafuso quando da utilização apenas do instrumento 30.04, que foi o instrumento que se fraturou neste grupo. Os instrumentos rotatórios K3 possuem, em relação aos de outras marcas, uma maior massa metálica e uma seção transversal assimétrica⁷⁸. É provável que isso torne menor a flexibilidade destes instrumentos, aumentando a possibilidade de ocorrer a fratura. Schäfer & Florek⁷⁸ (2003) também encontraram uma maior frequência de fratura para os instrumentos rotatórios K3, quando comparados com as limas manuais Flexofile.

A fratura de instrumentos rotatórios, quando se utiliza canais radiculares simulados em blocos de resina, pode estar associada ao calor gerado por esses instrumentos, que pode amolecer a resina e fazer com que as lâminas de corte da parte ativa do instrumento se prendam nas paredes do canal e ocorra a fratura⁷⁸. Esta pode ser maior desvantagem de se utilizar instrumentos rotatórios em canais radiculares simulados em blocos de resina. Assim, cuidados devem ser tomados ao se transpor os resultados obtidos neste estudo para a instrumentação em dentes naturais, devido à dentina estar envolvida⁷⁸.

O Grupo VI apresenta uma predominância de deformações do canal principal, como “zip” e degraus (amostras 1,3,4,5,7,8 e 10). Essas deformações ocorreram mais no lado externo da curvatura. Isto pode estar associado à menor flexibilidade das limas manuais de aço inoxidável. Teoricamente, a ocorrência de desvios ou deformações aumenta quanto maior for o ângulo de curvatura e quanto menor for a flexibilidade dos instrumentos¹³. A localização destas deformações também pode estar associada à cinemática empregada na utilização das limas manuais.

Schäfer & Florek⁷⁸ (2003) utilizaram o movimento de alargamento em seus estudos (“reaming motion”), pois na literatura não há evidências que mostrem que as limas Flexofiles sejam melhores quando utilizadas em movimentos lineares ou rotatórios. Um estudo piloto feito por eles mostra que as limas Flexofiles quando utilizadas por meio da técnica “crown-down” ou da técnica de forças balanceadas não mostram bons resultados quanto à forma do preparo obtida⁷⁸.

No presente estudo, a cinemática de emprego para as limas manuais foram de movimentos de penetração com leve pressão em direção ao ápice, até o comprimento desejado, seguido de rotação no sentido horário e pressão lateral

contra as paredes. Esta cinemática permite a limagem de modo circunferencial, envolvendo todas as paredes do canal radicular.

É possível observar em seguida que o Grupo IV apresenta, predominantemente, amostras com deformações apicais diversas (“zip” apical, degraus e desvios). Talvez o fato de este grupo ter apresentado um maior número de deformações, quando comparado ao Grupo III, possa estar relacionado aos fenômenos ultra-sônicos¹⁰ presentes na irrigação do grupo IV, já que ambos os grupos foram instrumentados com os instrumentos rotatórios Race.

Finalmente, temos o Grupo V, que se apresenta com todas as suas amostras contendo deformações apicais. Neste grupo, onde foi feita a instrumentação manual, com limas de aço inoxidável Flexofile, e irrigação manual, não foi possível chegar no comprimento real de trabalho (perda do comprimento). Logo após a instrumentação com a lima de número 20 já formavam raspas de resina que se acumulavam no interior do canal (terço apical) e daí não era possível ultrapassá-la, acarretando, muitas vezes, na formação de degraus. Aconteceu de maneira diferente no grupo VI (instrumentação manual com limas de aço inoxidável e irrigação ultra-sônica), onde possivelmente a irrigação ultra-sônica permitiu uma melhor remoção dessas raspas que se acumulavam no decorrer da instrumentação manual. Assim, no grupo VI não houve perda de comprimento real de trabalho.

Na instrumentação rotatória, com ambas as técnicas de irrigação, as raspas de resina não se acumularam, não ocorrendo a perda do comprimento real de trabalho. Talvez isso tenha ocorrido pelas características específicas da parte ativa, ranhuras dos sulcos e ângulo helicoidal⁵³, dos sistemas rotatórios de níquel e titânio, características tais que permitem a expulsão das raspas cortadas durante a

instrumentação, evitando o seu acúmulo e sua compressão no interior do canal e conseqüentemente evitando a perda do comprimento real de trabalho.

Bishop & Dummer¹³ (1997), utilizando canais radiculares simulados em blocos de resina encontraram mais “zips”, perfurações e degraus para as limas Flexofile, mas eles compararam com as limas manuais Nitiflex (Dentsply/Maillefer), diferente deste presente estudo.

Os desvios encontrados nos grupos onde foi utilizada a irrigação ultra-sônica podem estar associados ao fato da extremidade de uma lima ultra-sônica apresentar maior vibração do que seus demais seguimentos, por acolher maior número de nodos de vibração, estando mais livre no interior do canal radicular, por seu menor diâmetro e por sua conicidade em direção à sua porção apical, gerando o que se pode chamar de um efeito “chicote” deste instrumento¹⁰.

6.3- Considerações Finais

Na literatura específica foram encontrados poucas pesquisas feitas com os sistemas rotatórios aqui estudados, provavelmente pelo fato desses instrumentos serem relativamente novos no mercado, o que dificulta a realização de uma ampla análise comparativa entre os resultados obtidos neste estudo com os obtidos em outras investigações científicas.

A metodologia utilizada neste estudo permitiu analisar a ação de diferentes instrumentos na superfície de canais radiculares artificiais, através da sua ação sobre paredes que apresentavam corante de cor vermelha. A maior ou menor remoção deste corante evidenciou a ação dos instrumentos nas partes retas e curvas dos canais radiculares artificiais.

Por outro lado, observamos na literatura endodôntica específica, uma falta de padronização na interpretação dos resultados encontrados em estudos

semelhantes. Assim sendo, após algumas simulações entre diferentes examinadores de graus de experiência variados, pudemos estabelecer um modelo de interpretação dos achados para este tipo de experimento, através da aplicação de escores (Quadro 1), que quantificassem a ação positiva ou não dos instrumentos junto as paredes dos canais radiculares artificiais e que permitisse sua reprodutibilidade de forma confiável entre diferentes examinadores e que também pudesse ser modificada por outros pesquisadores em estudo similares.

Os resultados encontrados neste estudo foram de fundamental importância para mostrar o comportamento de novos sistemas rotatórios, indicados para o preparo biomecânico em Endodontia.

Finalmente, achamos ser de fundamental importância o desenvolvimento de novos estudos neste campo da Endodontia e, assim, contribuir para o desenvolvimento, aprimoramento e modificações de técnicas visando a obtenção de métodos que sejam efetivos no preparo de todos os tipos de canais radiculares.

7) Conclusões

Sob as condições deste estudo, a análise descritiva e estatística dos resultados obtidos permitiu concluir que:

- Os resultados encontrados foram distintos para os diferentes terços radiculares estudados;
- Não foram observadas diferenças significativas entre as técnicas estudadas no terço cervical dos canais simulados;
- No terço médio, os melhores resultados foram obtidos com as técnicas I, III e IV, as quais apresentaram resultados semelhantes do ponto de vista

estatístico, seguido das técnicas II e V e da técnica VI, respectivamente, que apresentou os piores resultados;

- No terço apical, os melhores resultados foram obtidos com as técnicas I e III, do ponto de vista estatístico, seguido das técnicas II, IV, VI e V, nesta ordem;
- Nos terços cervical e médio todas as técnicas estudadas foram eficientes;
- No terço apical os dois sistemas rotatórios (K3 e RaCe) mostraram melhores resultados quando associados à irrigação manual;
- A irrigação ultra-sônica promoveu a ocorrência de degraus e “zips” em todas as técnicas estudadas, entretanto, quando associada à instrumentação manual mostrou-se efetiva, impedindo o acúmulo de raspas;
- Outros estudos devem ser desenvolvidos, procurando-se obter uma técnica de instrumentação eficiente e segura no preparo do terço apical de canais radiculares atresiadados e curvos.

8) Referências Bibliográficas*

1- ABOU-RASS, M., FRANK, A.L., GLICK, D.H. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.101, p.792-704, Nov. 1980.

2- ABOU-RASS, M., ELLIS, M. A comparison of three methods of hand and automated instrumentation using the CFS and M4 for preparations of curved and narrow simulated root canals. **Braz. Endod.J.**, v.1, p.25-33, 1996.

3- AHMAD, M., PITT FORD, T.R. Comparison of two ultrasonic units in shaping simulated curved canals. **J. Endod.**, Baltimore, v. 15, n.10, p.457-462, out.1989

4- AL OMARI, M.A.O., DUMMER, P.M.H., NEWCOMBRE, R.G. Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 1. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.25, p.57-66, 1992.

5- AL OMARI, M.A.O., DUMMER, P.M.H., NEWCOMBRE, R.G. Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 2. **Int. Endod., J.**, Oxford, v.25, p.67-81, 1992.

6- ARAGÃO, E.M., GARCIA, R.B. Análise comparativa das técnicas de instrumentação escalonada, Oregon Modificada e ultra-sônica na remoção de corante aderido às paredes do canal. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, v.8, n.3, p.211-215, jul/set., 1994.

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 6023: informação e documentação- referências-elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2000. 22 p.

7- BANEGAS, G., ZMENER, O., GRIMBERG, F., CHIACHIO, L. Conductos radiculares artificiales: análisis de su confiabilidad para el estudio de diferentes técnicas de instrumentación. **Rev. Asoc. Odontol. Argent.**, Buenos Aires, v.88, n.3, p.269-272, mayo/jun.2000.

8- BAUMANN M.A., ROTH A. Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** v. 88, n.6, p.714-718, 1999.

9- BAUMGARTNER, J.C., MARTIN, H., SABALA, C.L., STRITTMATTER Jr., E.J., WILDEY, W.L., QUIGLEY, N.C. Histomorphometric comparison of canals prepared by four techniques. **J. Endod.**, Baltimore, v.18, n.11, p.530-534, Nov.1992.

10- BERBERT, F.L.C.V., BERBERT, A., TANOMARU FILHO, M., OLIVEIRA, A.P., CRISCI, F.S. Desvio apical após a instrumentação ultra-sônica empregando limas de extremidade inativa. **Rev. Paul. Odontol.**, n.6, p.34-38, 2002

11- BERGMANS L., VAN CLEYNENBREUGEL J., BEULLENS M., WEVERS M., VAN MEERBEEK B., LAMBRECHTS P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. **International Endodontic Journal**, v. 36, p. 288-295, 2003.

12- BERUTTI, E., CHIANDUSSI, G., GAVIGLIO, I., IBBA, A. Comparative analysis of Torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: Protaper versus Profile. **J. Endod.**, Baltimore, v.29, n.1, p.15-19, 2003.

13- BISHOP, K., DUMMER, P.M.H. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.30, p.25-34, 1997.

14- BLUM, J.Y., COHEN, A., MACHTOU, P., MICALLEF, J.P. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using Profile NiTi rotary instruments. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.32, n.1, p.24-31, 1999.

15- BLUM, J.Y., MACHTOU, P., MICALLEF, J.P. Location of contact areas on rotary Profile instruments in relationship to the forces developed during mechanical preparation on extracted teeth. **Int., Endod. J.**, Oxford, v.32, p.108-114, 1999.

16- BONETTI FILHO, I., TANOMARU FILHO, M. Avaliação do sistema Quantec e limas manuais de níquel-titânio na instrumentação de canais radiculares em bloco de resina transparente. **Odontol. Clín.**, São Paulo, v.9, n.1, p.11-14, jan./jun.1999.

17- BRAMANTE ,C.M., BERBERT, A., BORGES, R.P. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. **J. Endod.**, Baltimore, v.13, n.5, p.243-245, May, 1987.

18- BRISEÑO, B.M., SONNABEND, E. The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.24, n.1, p.15-23, 1991.

19- BRISEÑO, B.M., KREMES, L., HAMM, G., NITSCH, C. Comparison by means of computer-supported device of the enlarging characteristics of two different instruments. **J. Endod.**, Baltimore, v.19, n.6, p.281-287, June 1993.

20- BRYANT, S.T. THOMPSON, S.A., AL-OMARI, M.A.O., DUMMER, P.M.H. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.31, p.282-289, 1998.

21- BRYANT, S.T., THOMPSON, S.A., AL-OMARI, M.A.O, DUMMER, P.M.H. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals. Part 1. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.31, p.275-281, 1998.

22- BRYANT, S.T., DUMMER, P.M.H., PITONI, C., BOURBA, M., MOGHAL, S. Shaping ability of .04 and .06 taper Profile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.32, p.155-164, 1999.

23- CALBERSON, F. L.; DEROOSE, C. A. J.; HOMMEZ, G. M.; RAES, H.; DE MOOR, R. J. Shaping ability of GT[™] Rotary Files in simulated resin root canals. **Int Endod J**, Oxford, v.35, n.7, p.607-614, July, 2002.

24- CAMARGO, J.M.P. Avaliação da eficácia das instrumentações rotatórias (Sistema Quantec LX, Pow-R, Profile e Profile Série 29) em canais radiculares curvos simulados. 2000. 215f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.

25- CAMPBELL, D., FRIEDMAN, S., NGUYEN, H.Q., KAUFMAN, A., KEILA, S. Apical extent of rotary instrumentation with an apex locating hand piece in vitro. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.85, n.3, p.319-324, Mar. 1998.

26- CAMPS, J.J., PERTOT, W.J. Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in linear motion. **Int. Endod.J.**, Oxford, v.28, n.6, p.279-284, 1995.

27- CAMPS, J.J., PERTOT, W.J. Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. **Int. Endod.J.**, Oxford, v.28, p.239-243, 1995.

28- CARVALHO, L.A.P. 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. 1997. 157 f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1997.

29- CLEM, W.H. Endodontics: the adolescent patient. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v.13, n.2, p.483-493, apr.1969.

30- COLEMAN, C.L., SVEC, T.A., RIEGER, M.R., SUCHINA, J.A., WANG, M.M., GLICKMAN, G.N. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of digital imaging. **J.Endod.**, Baltimore, v.22, n.11, p.603-607, nov.1996.

31- COLEMAN, C.L., SVEC, T.A. Analysis of NiTi versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.4, p.232-235, Apr.1997.

32- CRAIG, R.G., GEHRING, P.E., PEYTON, F.A. Relation of structure to the microhardness of human dentin. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 38, n.3, p.624-630, May/June, 1959.

33- DAUGHERTY, D.W., GOUND T.G., COMER, T.L. Comparison of fracture rate, deformation rate and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 r.p.m. and 350 r.p.m. **J. Endod.**, Baltimore, v.27, n.2, p.93-95, 2001.

34- DIETZ, D.B., DI FIORE, P.M., BACHALL, J.K., LAUTENSCHLAGER, E.P. Effects of rotacional speed on the breakage of nitinol rotatory files. **J. Endod**, Baltimore, v.26, n.2, p.68-71, 2000.

35- ESBERARD, R.M., LEONARDO, M.R., LEAL, J.M., RAMALHO, L.T., UTRILLA, L.S. Avaliação histológica da eficiência de diferentes técnicas de preparo biomecânico (manual, mecânica e ultra-sônica). **Rev. Bras. Odontol.**, n.1, jan./fev., 1987.

36- ESPOSITO, P.T., CUNNINGHAM,C.J. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. **J.Endod.**, Baltimore, v.21, n.4, p.173-176, Apr.1995.

37- FACHIN, E.V., CASSOL, T.G. Efeito de diferentes calibres de limas no preparo apical do canal radicular. **Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre**, v.33, n.2, p.21-24, dez., 1992.

38- FKG Dentaire. **Manual do fabricante**. Sistema FKG RaCe & SMD , 2002.

39- GLOSSON, C.R., HALLER, R.H., DOVE, S.B., de RIO, C.E. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-flex endodontic instruments. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.3, p.146-151, Mar.1995.

40- GOERIG, A.C., MICHELIN, R.J., SCHULTZ, H.H. Instrumentation of root canals in molars using the step-down technique. **J. Endod.**, Baltimore, v.8, n.12, p. 550-554, Dec.,1982.

41- GONZALEZ-RODRGUEZ MP, FERRER-LUQUE CM. A comparison of Profile, Hero 642, and K3 instrumentation systems in teeth using digital imaging

analysis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.1, n.97, p.112-115, jan.2004.

42- GRIMM, S.C., HAMAOKA, L., MOURA, A.A. Análise comparativa in vitro da eficiência de corte das limas Flex-R de aço inoxidável e Onyx-R de níquel-titânio. **Rev. Inst. Cienc. Saúde**, v.17, n.2, p.97-101, jul/dez., 1999.

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

44- HATA, G., UEMURA, M.; KATO, A.S.; IMURA, N.; NOVO, N.F.; TODA, T. A Comparison of Shaping Ability Using ProFile, GT File and Flex-R Endodontic Instruments in Simulated Canals. **J. Endod**, Baltimore, v.28, n.4, p.316-321, april, 2002.

45- HECK, A.R. 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. 1997. 131 f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1997.

46- 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**, Bauru, v.7, n.3/4, p27-32, jul/dez., 1999.

47- HILT, B.R., CUNNINGHAM, C.J., SHEN, C., RICHARDS, N. Torsional properties of stainless-steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. **J. Endod.**, Baltimore, v.26, n.2, p.76-80, Feb.2000.

48- HIMEL, V.T., MOORE, R.E., HICKS, V.E. The effects which three endodontic files have on canal shape. **J. Endod.**, Baltimore, v.20, p.204, 1994 (Abstract 65).

49- HODGE, H.C., McKAY, H. The microhardness of teeth. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.20, p.227-233, Feb.1933.

50- KHERLAKIAN, D., FERREIRA, M.O.F., ZUOLO, M.L. Quantec 2000: uma nova técnica para instrumentação de canais. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.51, n.4, p.333-337, jul/ago 1997.

51- KOBAYASHI, C., YOSHIOKA, T., SUDA, H. A new engine driven canal preparation system with electronic canal measuring capability. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.12, p. 751-754, dec. 1997.

52- KUHN, W.G., CARNES Jr., D.L., CLEMENT, D.J., WALKER III, W.A. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.12, p.735-738, Dec.1997.

53- LEONARDO, M. R.; BONETTI FILHO, I.; LEONARDO, R.T. Instrumentos Endodônticos Fabricados com Liga de Níquel/Titânio. In: LEONARDO, M. R.; LEAL, J. M. **Endodontia: Tratamento de canais radiculares**. 3º ed. São Paulo: Panamericana, 1998. Cap.22, p.465-486.

54- LEONARDO, M.R. Preparo Biomecânico dos Canais Radiculares In: LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. **Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares**. 3º ed. São Paulo: Panamericana, 1998. cap.15, p. 333-358.

55- LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. Preparo Biomecânico dos Canais Radiculares-Instrumentação Não Convencional. In: LEONARDO, M.R.; LEAL, J. M.

Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares. 3^o ed. São Paulo: Panamericana, 1998. cap.18, p. 389-418.

56- LEONARDO, M.R.; LEONARDO, R.T. Sistema Quantec Séries 2000/Técnicas. In: LEONARDO, M.R.; LEONARDO, R.T. **Sistemas Rotatórios em Endodontia – Instrumentos de Níquel-Titânio.** 1^o ed. São Paulo: Artes Médicas, 2002. Cap.19, p. 271-286.

57- LIM, K.C., WEBBER, J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. **Int. Endod.J.**, Oxford, v.18, p.240-246, 1985.

58- LOPES, H.P., ELIAS, C.N., ESTRELA, C., FONTES, P.P., TUCHMAN, D. Emprego de limas acionadas a motor no preparo de canais radiculares. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.54, n.1, p.20-24, 1997.

59- LOPES, H.P., ELIAS, C.N., ESTRELA, C., SIQUEIRA J.R., J.F., FONTES, P.P. Influência de limas endodônticas de NiTi e de aço inoxidável, manuais e acionadas a motor no deslocamento apical. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.54, n.2, p.67-70, 1997.

60- LUITEN, D.J., MORGAN, L.A., BAUMGARTNER, J.C., MARSHALL, J.G. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. **J.Endod.**, Baltimore, v.21, n.1, p.26-32, Jan.1995.

61- MANDEL E., ADIB-YZDI M., BENHAMOU L.M., LACHKAR T., MESGOUEZ C., SOBEL M. Rotary Ni-Ti Profile systems for preparing curved canals in resin blocks: influence of operator on instrument breakage. **Int. End. J.**, Oxford, v.32, n.6, p.436-443, 1999.

62- MESGOUEZ C., RILLIARD F., MATOSSIAN L., NASSIRI K., MANDEL E. Influence of operator experience on canal preparation time when using the rotary NiTi Profile system in simulated curved canals. **Int. End. J.**, Oxford, v.36, n.3, p.161-165, March, 2003.

63- MORAES, S.H. ARAGÃO, E.M., HECK, A.R. Preparo dos canais radiculares com o sistema Quantec. **JBC- Jornal Brasileiro de Clínica & Estética em Odontologia**, Curitiba, v.3, n.15, p.71-73, 1999.

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

65- PEREIRA, A.J., FIDEL, R.A., FIDEL, S. R., CECÍLIA, M.S., DUARTE, M.A. Comportamento das limas manuais de aço inoxidável e de níquel – titânio em relação ao transporte apical. **Rev. Bras. Odontol.**, v.58, n.4, jul/ago., 2001.

66- PERTOT, W.J., CAMPS, J., DAMIANI, M.G. Transportation of curved canals prepared with Canal Master U, Canal Master U NiTi, and stainless steel K-type files. **Oral Surg. Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod.**, v.79, p.504-509, 1995.

67- PESSOA, O.F., Resistência à fadiga cíclica de instrumentos rotatórios de níquel-titânio em razão do uso. 2003. 71f. Tese (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. (no prelo)

68- PETERS, O.A., PETERS, C.I., SCHÖNENBERGER K., BARBAKOV F. Protaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.36, n.2, p.93-99, 2003.

69- POULSEN, W.B., DOVE, S.B., del RIO, C.E. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. **J.Endod.**, Baltimore, v.21, n.12, p.609-612, Dec.1995.

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

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

72- ROYAL, J.R., DONNELLY, J.C. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. **J.Endod.**, Baltimore, v.21, n.6, p.300-304, 1995.

73- SATTAPAN B., NERVO, G.J., PALAMARA, J.E.A., MESSER, H.H. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. **J. Endod.**, Baltimore, v.26, n.6, p.161-165, 2000.

74- SATTAPAN, B., PALAMARA, J.E.A., MESSER, H.H. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. **J. Endod.**, Baltimore, v.26, n.3, p.156-160, Mar.2000.

75- SCHÄFER, E., TEPEL, J., HOPPE, W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. **J.Endod.**, Baltimore, v.21, n.10, p.493-497, Oct. 1995.

76- SCHÄFER, E. Effects of four instrumentation techniques on curved canals: a comparison study. **J. Endod.**, Baltimore, v.22, n.12, p.685-689, Dec.1996.

77- SCHÄFER E. Effect of sterilization on the cutting efficiency of PVD-coated nickel-titanium endodontic instruments. **Int. End. J.**, Oxford, v.35, n.10, p.867-872, 2002.

78- SCHÄFER E., FLOREK H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.36, n.3, p.199-207, march, 2003.

79- SCHÄFER E., SCHLINGEMANN, R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.36, n.3, p. 208-217, march, 2003.

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

81- SHILDER, H. Cleaning and Shaping the root canal. **Dent.Clin.North Am.**, Philadelphia, v.18, n.2, p.269-296, Apr.1974.

82- SPANGBERG, L. The wonderful world of rotary root canal preparation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St.Louis, v.92, n.5, p.479, Nov.2001.

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

84- SVEC, T.A., WANG, M.M. Precurving of nickel-titanium files affects transportation in simulated canals. **J. Endod.**, Baltimore, v.24, n.1, p.23-25, Jan.1998.

85- SVEC, T.A., POWERS, J.M. A method to assess rotary nickel-titanium files. **J. Endod.**, Baltimore, v.26, n.9, p.517-518, 2000.

86- SWINDLE, R.B., NEAVERTH, E.J., PANTERA Jr., E.A., RINGLE, R.D. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. **J. Endod.**, Baltimore, v.17, n.4, p.147-149, Apr.1991.

87- TEPEL, J., SCHÄFER, E., HOPPE, W. Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canals. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.28, p.68-76, 1995.

88- THARUNI, S.L., PARAMESWARAN, A., SUKUMARAN, V.G. A comparison of canal preparation using the K-file and Lightspeed in resin blocks. **J. Endod.**, Baltimore, v.22, n.9, p.474-476, Sept.1996.

89- THOMPSON, S.A, DUMMER, P.M.H. Shaping ability of Profile .04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.30, n.1, p.8-15, 1997.

90- THOMPSON, S.A., DUMMER, P.M.H. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. **J. Endod.**, Baltimore, v. 23, n. 11, p.698-702, nov., 1997.

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

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

93- THOMPSON, S.A., DUMMER, P.M.H. Shaping ability of NT Engine and McXim rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. **Int. Endod.J.**, Oxford, v.30, p.270-278, 1997.

94- THOMPSON, S.A., DUMMER, P.M.H. Shaping ability of Profile .04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. **Int. Endod.J.**, Oxford, v.30, n.1, p.1-7, 1997.

95- THOMPSON, S.A., DUMMER, P.M.H. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.31, n.4, p.259-267, July 1998.

96- THOMPSON, S.A., DUMMER, P.M.H. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.31, n.4, p.268-274, July 1998.

97- THOMPSON, S.A, DUMMER, P.M.H. Shaping ability of Mity Roto 360° and Naviflex rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. **J. Endod.**, Baltimore, v.24, n.2, p.128-134, Feb., 1998.

98- TUCKER, D.M., WENCKUS, C.S., BENTKOVER, S.K. Canal wall planning by engine-driven nickel-titanium instruments, compared with stainless-steel hand instrumentation. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.3, p.170-173, Mar. 1997.

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

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

101- WEINE, F.S., KELLY, R.F., LIO, P.J. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. **J. Endod.**, Baltimore, v.1, p.255-262, 1975.

102- WRIGHT, H.N., FENSKE, E.L. Factors involved in variability in hardness of tooth structures. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v.17, n.1, p.297, 1938. (Abstract 11).

103- YARED G., BOU DAGHER F.E.; MACHTOU P. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on Profile failures. **Int. End. J.**, Oxford, v.34, n.1, p.47-53, 2001.

LEONARDI, D.P. Avaliação da instrumentação rotatória com limas de níquel e titânio, K3 e Race, em canais radiculares curvos simulados. Araraquara, 2004. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Foram analisadas, comparativamente, a ação e a presença de deformações proporcionadas pela instrumentação com limas manuais Flexofile e dois Sistemas Rotatórios de Limas Endodônticas de Níquel e Titânio: o Sistema K₃ (SDS Kerr) e o Sistema Race (FKG), sobre as paredes dos canais radiculares curvos simulados em blocos de resina. Foram utilizadas as técnicas manual e ultra-sônica de irrigação. Após a instrumentação, os blocos de resina foram digitalizados, analisados e estabelecido escores de acordo com a qualidade do preparo biomecânico obtido em cada uma das técnicas. Concluímos que os melhores resultados foram obtidos com as duas técnicas de instrumentação rotatória associadas à irrigação manual.

Palavras-chave: níquel e titânio; tratamento do canal radicular; endodontia – instrumentação.

LEONARDI, D.P. Evaluation of the rotary instrumentation with Nickel – Titanium files, K3 and Race, in simulated curved root canals. Araraquara, 2004. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

It were comparatively analyzed the action and aberrations provided by the instrumentation using manual files Flexofile and two Rotary Systems of Endodontic Nickel - Titanium files, the K3 (SDS Kerr) System and the Race (FKG) System, in the curved root canal walls simulated in resin blocks, with two irrigations techniques: a manual and an ultrasonic technique. Thereafter the instrumentation, the resin blocks were digitalized, analysed and scores were set according to the preparation's quality achieved in each technique. It was ended that the best results were obtained with the two techniques of rotary instrumentation associated to the manual irrigation.

Keywords: Nickel – Titanium; Root Canal Therapy; Endodontics-Instrumentation