

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**“ESTUDO MORFOMÉTRICO COMPUTADORIZADO DA REGIÃO APICAL  
DE CANAIS ARTIFICIAIS PREPARADOS POR SISTEMAS  
AUTOMATIZADOS QUE SE VALEM DE INSTRUMENTOS DE NÍQUEL-  
TITÂNIO”**

*Manoel Eduardo de Lima Machado*

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para concorrer ao Título de Livre Docente, pela Disciplina de Endodontia do Departamento de Dentística

**São Paulo  
1998**

## **RESUMO**

### **“Estudo morfométrico computadorizado da região apical de canais artificiais preparados por sistemas automatizados que se valem de instrumentos de níquel-titânio”**

Diante das dificuldades e limitações impostas ao preparo químico-cirúrgico de canais com curvaturas acentuadas, tem-se empregado novas técnicas mecânicas representadas pelos sistemas ProFile.04, ProFile.04 associado à técnica cérvico-apical com auxílio de brocas Gates-Glidden e Lightspeed. Por isso, buscou-se avaliar, na região apical no sentido vestibulo-lingual de canais artificiais em resina de poliéster, as possíveis alterações de área, perímetro e fator de forma produzidas pelas referidas técnicas. Utilizou-se programa específico de captação de imagem e tratamento por sistema computadorizado para aferição das alterações ocorridas. Os resultados foram analisados estatisticamente não demonstrando, para as propriedades de área, perímetro, diferenças significativas. No que se refere ao fator de forma, o grupo do Sistema ProFile.04 apresentou diferenças significativas em relação aos demais

sugerindo, dessa forma, maior diferença entre os valores antes e depois do preparo. Isto permite concluir que as técnicas empregadas, no presente ensaio, não comportam-se de maneira semelhante. Todavia, há de se destacar que os preparos se apresentaram de boa qualidade, podendo ser classificados como técnicas de grande utilidade no preparo dos canais radiculares.

## 1. INTRODUÇÃO

O preparo cirúrgico dos canais radiculares constitui etapa de grande importância dentro da terapia endodôntica. Sua ação está relacionada com procedimentos de ordem clínica que visam estabelecer condições que propiciem o sucesso do tratamento instaurado.

Dentre seus objetivos, destaca-se o estabelecimento da sanificação e da modelagem do sistema de canais radiculares. Tal sanificação deverá ser alcançada com o uso de instrumentos e com o auxílio de substâncias químicas auxiliares pois, como sabemos, neste complexo sistema anatômico, em algumas situações, a ação mecânica do instrumento não ocorre em toda sua plenitude. Faz-se necessário, portanto, uma complementação traduzida pela somatória de conhecimento, habilidade do profissional e a qualidade total do instrumental e aparelhos utilizados à este fim. Esta, por sua vez, poderá determinar uma série de condutas que permitirão alcançar o êxito necessário.

A modelagem obtida pela ação conjunta destes instrumentos e das substâncias químicas propiciará uma adequada obturação promovendo a

manutenção, através do selamento, da desinfecção estabelecida na etapa anterior, isolando, desta maneira, o meio interno em relação ao externo.

Todavia, estes objetivos, muitas vezes, se transformam em motivo de preocupação para os profissionais visto que seu estabelecimento é difícil e estressante. Este fato é significativamente relevante quando da presença de canais curvos. Nestas circunstâncias, o desenvolvimento da técnica muitas vezes foge do controle do profissional e, conseqüentemente, os resultados obtidos são adversos aos pretendidos

Na tentativa de solucionar esta dificuldade, muitos foram os esforços por parte dos pesquisadores. Suas preocupações, traduzidas em ensaios, variavam entre técnicas e instrumentos, alternadamente. Tal fato é realçado quando do estudo da literatura pertinente representada por uma grande quantidade de trabalhos que envolvem este tema. Tudo isto pode ser traduzido como dificuldades e limitações ainda não solucionadas, concomitantemente à idealização de técnicas, recursos automatizados e novos instrumentos na tentativa de resolução do binômio qualidade de preparo e estresse profissional.

Visto ser esta a situação presente, torna-se fundamental que novos estudos sejam realizados no sentido de se aclarar tal tema.

Diante do exposto, ensaios que utilizem metodologia específica à este fim e que tenham por objetivo aclarar ou contribuir com o tema em questão, são de extrema valia. Dentre as diversas variáveis anteriormente descritas, é

extremamente interessante a abordagem dos recursos automatizados associados a instrumentos de níquel-titânio. Estes podem estar vinculados não só às suas técnicas de origem como também associados às técnicas cervico-apicais que se valem de brocas Gates Glidden sabidamente responsáveis, quando de sua correta utilização, pela facilidade de trabalho por parte do operador. Claro está que estes recursos não poderão sacrificar ou negligenciar os princípios básicos da terapia endodôntica ancorada em rígidos padrões de qualidade dentre os quais se enquadra a adequada modelagem do sistema de canais radiculares.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Os objetivos mais importantes a serem alcançados durante a fase de instrumentação dos canais dizem respeito à limpeza e à conformação do espaço anatômico para receber o material obturador.

O canal deve ser ampliado e modelado para que se obtenha um preparo continuamente cônico respeitando as características morfológicas originais de cada elemento a ser tratado.

A presença de canais curvos impõe dificuldades no êxito de lograr os objetivos acima descritos, sendo incrementada a ocorrência de degraus, perfurações, deformações apicais e transporte nestes canais.

Para evitar ou minimizar tais acidentes, muitas técnicas e muitos instrumentos têm sido propostos.

No que se refere às técnicas apresentadas para este fim, Vessey (1969), verificando o efeito resultante dos movimentos de limagem e alargamento do canal radicular com o uso respectivo de limas e alargadores, demonstrou que, quando da execução do movimento de alargamento, a secção circular do canal radicular era mantida com maior constância.

Schneider (1971) comparou o grau de curvatura do canal radicular com a circularidade resultante do seu preparo. Para tal, foram utilizados vinte e nove dentes unirradiculares humanos extraídos, instrumentados com limas K em movimentos de alargamento, concluindo ser muito mais fácil obter forma circular em canais retos e na região apical.

Jungmann *et al.* (1975) cotejaram os resultados do preparo de canais radiculares, quando do emprego de três técnicas, a saber: limas K com movimentos de limagem, limas K com movimentos de alargamento e uso do aparelho Giromatic. Após a secção transversal a 1,5mm, 3mm, 4mm, 5mm, e 6mm do ápice radicular, os cortes foram analisados com o auxílio da microscopia óptica, denotando que quanto mais distante do ápice radicular, mais irregular era o preparo e, para mais, salientam que as manobras de alargamento conferiram melhores índices de circularidade, enquanto que o emprego do Giromatic propiciou preparos mais irregulares.

Coffae & Brilliant (1975) confrontaram a instrumentação convencional e escalonada, por meio da análise da quantidade de tecido removido do interior dos canais. Foram utilizados 56 molares humanos recém-extraídos, imediatamente posicionados no interior de placas de Petri e congelados. As amostras foram, a seguir, divididas em 3 grupos: G1) o preparo realizado era do tipo convencional, sendo que 5 dentes (10 canais) eram irrigados com água corrente e 21 dentes (42 canais) sofriam irrigação com hipoclorito de sódio; G2) o preparo executado obedeceu à técnica escalonada, ou seja, após o uso de instrumento número 30 ou 35 em toda a extensão do canal radicular, realizavam-se recuos progressivos com os instrumentos de maior

calibre, sendo a irrigação processada da mesma forma que para o grupo anterior; G3) 5 dentes, cujos canais radiculares não eram instrumentados (grupo controle). Isto posto, as raízes eram fixadas em formalina e executado o processamento histológico. A quantidade de tecido pulpar remanescente foi avaliada e classificada da seguinte forma: 0 (presença de polpa); 1 (1/3 da polpa removida); 2 (2/3 da polpa removida); 3 (toda a polpa removida). Face aos resultados obtidos, os autores verificaram que a técnica escalonada mostrou-se mais eficaz que a convencional.

Weine *et al.* (1975), valendo-se de canais artificiais curvos de poliéster transparente, compararam as alterações morfológicas ditadas pelas variações da cinemática dos instrumentos, a saber: movimentos de limagem, alargamento e raspagem. De seus resultados, consta a ocorrência de desvio foraminal, em maior ou menor intensidade, para todas as amostras estudadas e, para evitar este acidente, os autores recomendam embotamento lateral das espiras finais do instrumento, uso do movimento de raspagem e instrumentação com recuo progressivo.

Klayman & Brilliant (1975) compararam o uso do aparelho Giromatic com o preparo seriado, em relação à presença ou não de restos pulpares em raízes mesiais de dentes molares inferiores divididos em três grupos:

Grupo 1) 25 dentes preparados com a técnica seriada até a lima número 30. Feito isto, foram utilizadas brocas Gates-Glidden número 2. A seguir, com a lima número 35 prosseguia-se o preparo em toda a extensão de trabalho. Ainda utilizando brocas Gates-Glidden, agora de número 3, o preparo era executado até a lima número 40. A partir de então, procedia-se ao

escalonamento, recuando 0,5 mm para cada instrumento subsequente, até lima número 70;

Grupo 2) o preparo era realizado com o auxílio do aparelho Giromatic e alargadores próprios para uso neste aparelho, sendo o último instrumento utilizado de número 40; e,

Grupo 3) controle.

Da análise dos resultados, os autores verificaram que o preparo seriado denotou maior eficiência, embora ambas as técnicas não tenham sido suficientes para remover todo o conteúdo do interior do canal radicular e, relativamente aos terços radiculares, o terço apical exibisse maior presença de debris.

Caldwell (1976) avaliou as mudanças no comprimento de trabalho, quando do preparo de canais radiculares de molares humanos extraídos e constatou que, quanto mais severa a curvatura, maior a diminuição daquele comprimento no decorrer do preparo.

Walton (1976), analisando cortes histológicos, confrontou a eficácia das técnicas de limagem, alargamento e escalonada, baseando-se na porcentagem de paredes instrumentadas nos canais retos e curvos. Para tal, selecionaram 91 canais radiculares, de 51 dentes portadores de polpa viva e com indicação cirúrgica. Os canais radiculares foram preparados *in situ* e o grau de curvatura radicular foi obtido por meio da técnica de Schneider (1971). Após a extração, os dentes foram fixados em formalina, descalcificados, incluídos em parafina, e os cortes corados com

hematoxilina-eosina. Diante dos resultados obtidos, o autor concluiu que, quanto maior a curvatura, menor circularidade é conferida pelo preparo e quando do preparo escalonado, melhores resultados foram obtidos no que diz respeito à porcentagem de paredes instrumentadas.

Weine *et al.* (1976) analisaram os preparos manuais (limagem e limagem com instrumentos modificados) e mecânicos (Giromatic e contra-ângulo W & H), utilizando canais artificiais. Os resultados foram obtidos pela comparação de fotografias dos canais, antes e depois do preparo. Dentre suas conclusões, ressaltaram a validade do uso dos blocos de resina como modelos de estudo, sendo que tanto o Giromatic quanto o W & H produziram acidentes consideráveis.

Mullaney (1979), dissertando sobre as técnicas de preparo escalonado de Ohio e da Califórnia do Sul, realça que o preparo escalonado determina menor incidência de acidentes, enquanto as duas últimas alteram, por demais, a curvatura do canal radicular, pois valem-se de brocas Gattes-Glidden de grande calibre, nos terços médio e cervical.

Weller *et al.* (1980) utilizaram canais artificiais e dentes humanos extraídos para avaliar a eficiência da instrumentação manual, ultra-sônica ou ambas combinadas. Para tanto, os canais eram previamente preenchidos com gelatina, sendo sua radioatividade mensurada. Em prosseguimento, os canais eram preparados segundo as três técnicas e, novamente, procediam ao exame cintilográfico. Concluíram os autores que a associação do preparo sônico e manual mostrou-se mais efetiva do que o uso isolado de cada uma das duas técnicas.

Abou-Rass *et al.* (1980) propuseram um método denominado anticurvatura, e seu objetivo fundamental reside em manter a integridade das paredes do canal radicular. Assim sendo, preconizaram desgaste compensatório mais enérgico em direção oposta à curvatura. O preparo dos terços médio e apical foi realizado, valendo-se de procedimentos escalonados e imprimindo aos instrumentos pressão no mesmo sentido. Observaram os autores que, quando o preparo é assim realizado, os incidentes são bastante reduzidos.

Bolanos & Jensen (1980) cotejaram as técnicas de instrumentação escalonada e seriada associadas a três agentes irrigantes (solução salina, hipoclorito de sódio e RC-Prep), no que tange à presença de debris remanescentes, quando da instrumentação de canais radiculares curvos. A análise, à luz da microscopia eletrônica, dos canais radiculares assim preparados evidenciou, para a técnica seriada, maior acúmulo de debris, bem como maior irregularidade das paredes dentinárias, nos terços médio e cervical, não ocorrendo, para ambas as técnicas, diferenças relativas à substância irrigadora.

Abou-Rass & Jastrab (1982) confrontaram o emprego de alargadores Peeso e de brocas Gates-Glidden como auxiliares do preparo de canais radiculares e questionaram se tais instrumentos diminuem o tempo de trabalho. Para tanto, valeram-se de 100 molares humanos inferiores e superiores recentemente extraídos e divididos em 4 grupos, a saber:

Grupo 1) 25 molares instrumentados com limas K pela técnica escalonada manual, sendo que, nos canais radiculares curvos, a instrumentação

iniciava com instrumentos número 30 e findava com os de número 35 (raízes méso-vestibulares, disto-vestibulares e mesiais). Nas raízes distais e palatinas, tidas como retas, o calibre dos instrumentos utilizados variava de 40 a 55;

Grupo 2) 25 molares, associando às limas K as brocas Peeso e obedecendo, para as limas, os mesmos calibres descritos para o grupo 1;

Grupo 3) idem ao grupo 2, sendo utilizada a broca Gates-Glidden; e,

Grupo 4) o preparo era realizado com aparelho Giromatic valendo-se do mesmo número de instrumentos empregados nos grupos anteriores.

Salientaram os autores que o preparo com o aparelho Giromatic consome menor tempo, enquanto que o uso de brocas Peeso acumula resíduos no ápice. Ao compararem os quatro grupos, os 2 e 3 apresentaram os melhores resultados.

Abou-Rass *et al.* (1982) analisaram a ocorrência de perfurações e fraturas radiculares, quando do preparo de canais radiculares para instalação de retentores intra-radiculares, bem como o diâmetro da broca a ser utilizada, e observaram que a porção dentinária contrária à curvatura constitui zona de grande perigo, quando se empregam brocas de diâmetro superior ao número 3.

Goerig *et al.* (1982) descreveram uma técnica de preparo de canais radiculares indicada principalmente para molares. Para tal, finda a cirurgia de acesso, recomendam um desgaste compensatório na parede contrária à curvatura, com limas H, seguida do preparo do terço cervical com brocas

Gates-Glidden número 3 (11 a 13 mm de profundidade) e número 2 (14 a 16 mm de profundidade), preparo com limas H (número 15 a 25 de 16 a 18 mm de profundidade) e preparo apical com limas K até o número 35.

Turek & Langeland (1982) compararam o preparo telescópico com a instrumentação com o aparelho Giromatic valendo-se de dentes humanos *in vitro* e *in vivo*, de dentes de macacos *in vivo* e de análise histológica com auxílio da microscopia óptica. Assim sendo foram obtidos cortes de 2mm a 3mm do ápice radicular e de 4mm a 6mm da mesma região. Para tanto, foram selecionados alguns critérios tais como: presença de tecido pulpar pré-dentina e debris. Valendo-se dos mesmos os autores concluíram que nenhum método foi eficaz, sendo que a instrumentação manual apresentou os melhores resultados.

Fava (1983) preconizou o uso de uma técnica de duplo escalonamento, quando do preparo de canais radiculares e, para tal enfatizou a necessidade prévia de um cuidadoso esvaziamento e alargamento dos terços médio e cervical com o intuito de impedir que o material neles contido seja forçado para a região periapical.

Kessler *et al.* (1983) analisaram o risco de perfuração nas raízes de dentes molares em relação à técnica de instrumentação usada. Foram utilizados 60 primeiros e segundos molares humanos recém-extraídos, armazenados em formol a 10% e divididos em 3 grupos a saber:

Grupo 1) canais radiculares preparados pela técnica estandarizada até a lima número 35;

Grupo 2) os preparos obedeceram a técnica escalonada, sendo a porção apical instrumentada até lima número 25 e a cervical, com lima H número 65, com movimento circunferencial ou de anticurvatura; e,

Grupo 3) o preparo da porção apical era feito de maneira idêntica à do grupo anterior e o do terço cervical, com brocas Gates-Glidden números 2 e 3 ou, segundo a técnica preconizada por Coffae & Brilliant (1975) e por Mullaney (1979), com brocas Gates-Glidden números 2 e 4, utilizando a força lateral e a anticurvatura.

Em prosseguimento, foram confeccionados quatro cortes, partindo do terço cervical até a região do terço médio, e em seguida observados em microscópio óptico e fotografados. Os autores finalizaram que os preparos com brocas Gates-Glidden exibiram secções mais circulares, e que o grande perigo de acidente localizou-se ao nível do terço médio do canal radicular e não na trifurcação, devido à proximidade do próprio canal com a parede interna à curvatura.

Leeb (1983) valeu-se de raízes curvas de molares humanos extraídos, para determinar o efeito do preparo da entrada do canal radicular prévio à instrumentação, constatando que as brocas Peeso são mais eficientes que as Gates-Glidden e que tal procedimento permite melhor acesso para o instrumento na sua caminhada em direção apical.

Hill & del Rio (1983) compararam o aparelho Dynatrak com o uso normal de limas K e K-Flex, analisando a limpeza e o formato resultante do preparo de canais radiculares curvos, utilizando 30 primeiros molares

inferiores humanos extraídos, que foram divididos em três grupos. No grupo A, os canais méso-linguais foram instrumentados com limas K e os méso-vestibulares, com limas K-Flex. No Grupo B, os canais radiculares foram preparados com o aparelho Dynatrak e o Grupo C foi tido como controle. Após a instrumentação, a observação foi realizada com auxílio da microscopia óptica. Da análise dos resultados, os autores relataram que todos os recursos mostraram boa capacidade de corte e, em ordem decrescente, assim perfilaram-se: lima K-Flex, aparelho Dynatrak e lima K; enquanto o tempo de instrumentação decresceu na seguinte ordem: Dynatrak, lima K e lima K-Flex.

Lévy (1984) propôs o C.F.S. (Canal Finder System), um sistema mecânico, representado por contra-ângulo adaptado ao micromotor, que utiliza limas K ou H, com movimento longitudinal, de amplitude variável, associado a uma liberdade de rotação conduzida pela inclinação das espiras das limas. Segundo o autor, essas espiras inclinadas permitem que o instrumento, ao entrar em rotação, evite a zona de resistência e caminhe para a zona de liberdade, de modo a superar os obstáculos encontrados. Além disso, o tempo de trabalho fica reduzido, a conformação do preparo tornar-se harmoniosa e nenhuma fratura é observada, concluindo o autor, tratar-se de sistema excelente a ser utilizado no preparo dos canais radiculares, especialmente nos portadores de curvatura.

Taylor (1984) realçou a importância do correto esvaziamento do conduto, bem como a necessidade do uso de uma técnica de preparo que mantenha as características originais do canal radicular. Comentou,

também, que, além da técnica escalonada mostrar-se melhor nessa proposta, uma série de cuidados devem ser tomados no ato da obturação, para que o sucesso endodôntico seja alcançado.

Canzani *et al.* (1984) advertiram que a eficácia da técnica escalonada é aumentada com o uso de brocas, levando a melhores resultados, no que importa a limpeza, especificamente no terço cervical.

Barnett *et al.* (1985) avaliaram a desinfecção propiciada pelas técnicas de instrumentação manual, sônica e ultra-sônica, utilizando cinquenta raízes de dentes de cães jovens contaminados. Após sete dias, os canais radiculares foram instrumentados em condições assépticas e irrigados com solução salina ou hipoclorito de sódio a 2,5%, quando, então, uma ponta de papel absorvente esterilizada foi posicionada no interior do canal radicular, para a colheita de material. Após 7 dias, em condições assépticas, a ponta era removida e incubada em tioglicolato e meio de cultura anaeróbico. Os resultados indicaram que, assim como a instrumentação convencional, as técnicas sônica e ultra-sônica não são suficientes para eliminar totalmente os microorganismos. A irrigação com hipoclorito de sódio mostrou-se efetiva, quando comparada à solução salina, embora esta diferença não tenha sido estatisticamente significativa.

Eldeeb & Borrás (1985) compararam, em canais artificiais, cinco limas de procedências diversas, a saber: K-Flex (Kerr), K (Unitec), Flexofile (Star), H (Union Broach) e K (Union Broach). Como parâmetros, observaram a compactação de debris, a alteração de forma e o tempo do preparo. De seus achados, consta que a lima H foi, dentre todas as analisadas, a que

consumiu menor período de tempo para o preparo, bem como propiciou o menor índice de compactação apical de debris. De outra parte, as limas H e Flexofile determinaram maior índice de desvio, o qual mostrou-se mais acentuado quando do uso de instrumentos de maior calibre.

Langeland *et al.* (1985) compararam as instrumentações manual, sônica e ultra-sônica, em 65 dentes humanos recém-extraídos e 106 dentes caninos e incisivos de macacos, divididos da seguinte maneira: dentes humanos - aparelho Endosonic, 8 experimentos; aparelho Endostar 5, 8 experimentos; MM 3000 Sonic Air, 10 experimentos; instrumentação manual, 9 experimentos e de macacos - Endosonic, 4 experimentos; Endostar 5, 2 experimentos; MM 3000 Sonic Air, 4 experimentos. Concluída a instrumentação, os dentes foram histologicamente preparados e examinados, tendo como referência a presença e quantidade de tecido, e para cada caso foi efetuada uma interpretação. Dentre as conclusões, salientaram que as instrumentações manual, sônica e ultra-sônica causaram irregularidades nas paredes dos canais radiculares e, quando da presença de curvatura, nenhuma técnica mostrou-se eficiente quanto à limpeza.

Roane *et al.* (1985) sugeriram o emprego da força balanceada, com o intuito de minimizar e até eliminar os acidentes durante o preparo. O conceito destes autores está correlacionado com a magnitude da força aplicada pelo instrumento e busca alcançar um controle de corte desejável nos casos de curvatura. Quanto à cinemática do instrumento, recomendam rotação em sentido anti-horário. Para analisar a validade da técnica, valeram-se de cálculos matemáticos, análise de dentes seccionados e

radiografias, culminando o estudo com a introdução de um novo desenho para limas K, de secção triangular, com o guia de penetração embotado.

Goodman *et al.* (1985) confrontaram *in vitro* a eficiência das técnicas manual e ultra-sônica, em 60 molares inferiores humanos extraídos, avaliando a quantidade de tecido removido do seu interior. A preparação escalonada por ultra-som promoveu limpeza dos istmos radiculares e, em todos os terços, os resultados foram significativamente superiores ao preparo escalonado manual. A análise estatística não indicou diferenças significativas na limpeza dos condutos, num nível de 3 mm entre os grupos estudados. No entanto, os autores concluíram que nenhuma técnica limpou completamente o canal radicular, havendo transporte de forame e perfurações em alguns casos e, para mais, a limpeza dos istmos radiculares é melhor a 2 mm e a técnica escalonada com o ultra-som limpa mais a 1 mm da região cervical.

Lim & Weber (1985) analisaram a validade do uso de canais artificiais, para o estudo comparativo das diferentes técnicas de instrumentação. Para tanto, valeram-se de blocos de resinas de poliéster, onde, no interior, eram posicionados cones de prata, simulando curvaturas de 15 e 30 graus e, fazendo uso destes canais, compararam a técnica escalonada e a técnica do preparo apical único, proposta por Tidmarsh (1982) e Hoskinson (1985). Dentre os métodos utilizados para interpretar os resultados, utilizaram-se de radiografias e fotografias, sendo imperioso ressaltar que todos os resultados obtidos nos canais artificiais eram comparados com os encontrados nos trabalhos realizados em dentes naturais, concluindo que o uso de canais

artificiais é um método válido para avaliação dos resultados das diferentes técnicas de preparo dos canais radiculares.

Sakurai-Fuse *et al.* (1986) selecionaram dentes humanos extraídos com curvatura radicular, cujos canais radiculares apresentavam diâmetro apical equivalente a uma lima número 8. Os dentes foram montados em blocos de resina acrílica e divididos em dois grupos:

Grupo 1) dentes que foram inicialmente radiografados e instrumentados com lima K quando, então, eram novamente radiografados; e,

Grupo 2) o mesmo procedimento do grupo anterior foi adotado, sendo a instrumentação realizada com lima H montada em contra-ângulo.

Por meio dos traçados radiográficos, os autores verificaram que, no grupo 1, 12 dentes demonstraram discrepâncias na região apical dos canais radiculares, enquanto que no grupo 2 apenas 2 assim o fizeram, concluindo que o uso do contra-ângulo mantém a forma original do canal radicular, apresentando melhores resultados, quando comparado à instrumentação manual.

Pesce *et al.* (1986) analisaram a alteração da odontometria, quando do preparo de canais radiculares com curvatura acentuada. Os autores selecionaram 22 dentes molares superiores humanos recém-extraídos, cujas raízes méso-vestibulares denotassem curvatura e ausência radiográfica do segundo canal. Foram instrumentados pela técnica seriada, conforme Paiva & Antoniazzi (1991), utilizando, invariavelmente, como último instrumento, o de número 40 e mantendo, para todos os dentes, o comprimento de trabalho

inicial. Durante o preparo, terminado o uso de cada instrumento, examinavam a região foraminal com lupa de dez aumentos. Os autores concluíram que podem ocorrer possíveis variações da condutometria no decurso da intervenção endodôntica, e o uso de instrumentos mais calibrosos na região apical intensifica o desvio foraminal.

Powell *et al.* (1986) analisaram o comportamento de instrumentos endodônticos, modificados ou não, durante o preparo do canal, utilizando 40 blocos de resina epóxica contendo canais artificiais. Os canais eram fotografados antes e depois da instrumentação e, através da sobreposição das imagens, eram avaliadas as possíveis alterações. A análise estatística demonstrou não haver diferença significativa entre uma e outra técnica.

Tronstad & Niemczyk (1986) testaram a eficácia e a segurança de alguns aparelhos: o Giromatic, o Dinatrak, o CFS (Canal Finder System), aparelhos sônicos (Endostar 5 e MM Sonic 3000) e ultra-sônicos (Cavi-Endo) em canais artificiais, apresentando as seguintes características: a) estreitos e retos, com 0,15 mm de diâmetro na parte apical; b) largos e retos, com 0,6 mm de diâmetro na parte apical; c) estreitos, com curvaturas suaves e com 0,15 mm de diâmetro na parte apical; d) extremamente curvos, com diâmetro apical de 0,15mm. Para cada estudo empregaram 10 canais artificiais, apreciando o tempo de instrumentação e as complicações que poderiam ocorrer durante a mesma e, considerando cada aparelho empregado, obtiveram os seguintes resultados:

Giromatic - foi mais efetivo nos canais do tipo b e menos eficaz no grupo d e com o uso de limas tipo Rispi sua eficácia é aumentada três vezes mais.

Todavia, quando da análise das dificuldades, este aparelho demonstrou uma perda de 100% no comprimento real de trabalho, degraus, bloqueios no interior dos canais e distorções nos instrumentos utilizados durante o preparo;

Dynatrac - proporcionou tempo superior no preparo do canal, quando comparado ao grupo anterior, perda do comprimento de trabalho, além de fratura de alguns instrumentos;

Canal Finder System - não apresentou nenhuma complicação, além de utilizar pouco tempo para o preparo (164 a 230 segundos);

Cavi-Endo - determinou tempo de preparo de 15 minutos, perda do comprimento de trabalho, degraus e fratura de instrumentos.;

Endostar 5 - efetivo no grupo b e fratura de instrumento no grupo d; e,

MM Sonic 3000 - tempo de 167 a 275 segundos com limas Rispi e 157 a 289 segundos com limas Sonic, não propiciando nenhuma complicação.

Os autores acentuaram que a possível diferença de dureza do bloco de resina pode ter alterado alguns resultados e influenciando no tempo de instrumentação embora os demais resultados permanecessem proporcionais, quando da sua comparação *in vivo*.

Stadler *et al.* (1986) avaliaram os preparos de canais radiculares efetuados com limagem e alargamento, lançando mão de 520 raízes de dentes humanos extraídos, com vários graus de curvatura, sendo a análise efetuada com auxílio da observação radiográfica, antes e depois do preparo. Tanto o alargamento como a limagem mostraram problemas; o primeiro

mostrou desvio lateral na região apical e fraturas de instrumentos. No movimento de limagem observaram perfurações, sendo o comprimento de trabalho alterado durante as duas técnicas estudadas.

Lim & Stock (1987) utilizaram 30 raízes mesiais de dentes humanos extraídos, para observar o risco de perfurações em canais radiculares curvos, quando do uso da técnica anticurvatura e da escalonada. O método da anticurvatura demonstrou reduzir o risco de perfurações, principalmente nas paredes internas à curvatura. A região de maior risco de perfuração situou-se em torno de 8mm a 5mm da região do ápice radicular.

Maalouf *et al.* (1987) avaliaram o aparelho CFS (Canal Finder System), utilizando 20 dentes molares, 15 dentes pré-molares e 40 dentes unirradiculares humanos extraídos. Aplicaram a técnica preconizada pelo fabricante, que aconselha o uso de limas K, de diâmetros 08, 10 e 15, para o cateterismo e de limas H, com calibres de 08, 10, 15, 20 e 25 para amplificação do conduto. Concluídos os preparos, os canais radiculares foram obturados com o mesmo sistema, ou seja, com o uso de condensadores verticais, nos diâmetros 25 e 30, com comprimentos variáveis de 21mm a 25 mm e técnica termoplastificada. Concluíram que este método é bem eficaz pois, quando da análise radiográfica dos elementos obturados, não foi verificado desvio do trajeto dos canais radiculares.

Spyropoulos *et al.* (1987) estudaram o efeito das limas do Giromatic no preparo de canais curvos de 200 canais simulados, que apresentavam 45° de curvatura, em blocos transparentes de poliéster. Os blocos foram

divididos em 5 grupos, contendo 40 espécimes cada, onde utilizaram os seguintes métodos de preparo: Grupo 1 - mecânico com aparelho e limas Giromatic; Grupo 2 - mecânico com aparelho Giromatic e limas Trio-cut; Grupo 3 - manual com limas Trio-cut; Grupo 4 - manual com limas Unifile; Grupo 5 - manual com limas H. Os autores verificaram que, tanto a instrumentação manual como a mecânica promoveram transporte foraminal, sendo as limas tipo H as que propiciaram menor tempo para o preparo.

Reynolds *et al.* (1987) compararam as técnicas escalonada, sônica e ultra-sônica, valendo-se de raízes curvas de dentes humanos extraídos. O preparo sônico era efetuado com o aparelho Endostar 5 e o ultra-sônico, com os aparelhos Cavi-Endo e o Pz-K Tec System. O estudo envolveu observação histológica, para determinar a eficiência dos diferentes métodos. A técnica escalonada manual mostrou-se superior, quando comparada à sônica e à ultra-sônica, pois manteve o contorno original, permitindo melhor limpeza e planificação das paredes do canal.

Goldman *et al.* (1987) cotejaram a efetividade do Canal Finder System com a instrumentação manual convencional e, para tal, selecionaram quarenta dentes molares humanos extraídos, que apresentavam raízes curvas e ápices fechados. Obtiveram radiografias, antes e após a instrumentação, tomando o cuidado de posicionar cada tomada no mesmo ângulo. Os ângulos foram mensurados pelo método de Schneider (1971) e os resultados, submetidos à análise estatística. Os autores concluíram que o uso do contra-ângulo manteve os canais mais próximos da anatomia original, quando comparado à instrumentação

convencional. Sugeriram que novos estudos devam ser realizados, valendo-se de moldagem com silicone e microscopia eletrônica de varredura.

Lévy (1987) salientou que a região apical de molares deve ser instrumentada até, no mínimo, com instrumento de calibre 25 ou 30. Todavia, o terço cervical deverá apresentar um diâmetro cirúrgico equivalente ao de uma lima número 80. Assim sendo, indica o preparo do terço cervical do canal com brocas Gates-Glidden.

Gullickson & Montgomery (1987) avaliaram a fidelidade de uma técnica computadorizada de processamento digital de imagens para o estudo da morfologia dos canais radiculares, utilizando dezesseis pré-molares humanos extraídos. Após a remoção do conteúdo dos canais radiculares, estes foram preenchidos com meio de contraste radiopaco e os dentes, submetidos aos exames radiográfico e xerorradiográfico. Os dados de volume e diâmetro fornecidos pelo computador foram, então, comparados com aqueles obtidos por método laboratorial de pesagem dos dentes, prévia e posteriormente ao preenchimento dos canais com o meio de contraste e mensuração com auxílio de estereomicroscópio. Os autores verificaram que, ao emprego das radiografias, não houve diferença significativa entre os resultados fornecidos pelo computador ou pelos métodos laboratoriais, o que não ocorreu quando do emprego das xerorradiografias.

Goldman *et al.* (1988) confrontaram a eficiência de três métodos de instrumentação manual com limas K e H, manual com limas Unifile e ultrassônica. Para tal, valeram-se de dentes incisivos centrais superiores humanos recém-extraídos, dos quais obtiveram, após o preparo, modelos de silicone

dos canais radiculares, sendo estes também observados através do microscópio eletrônico. No que tange à limpeza das paredes dentinárias, nenhum dos três métodos mostrou-se totalmente eficiente e, quanto à lisura das paredes e concidade do preparo, os métodos manuais superaram o ultra-sônico.

Sabala *et al.* (1988), mediante o preparo de canais artificiais com o uso de limas de ponta arredondada (Flex-R), analisaram a incidência de transporte do forame e o desgaste da parede interna da curvatura. Os preparos foram realizados com limas de números 20 a 55. Os resultados demonstraram que esse tipo de instrumento permitiu melhor controle por parte do operador, mantendo a curvatura original dos canais.

Baker *et al.* (1988) valeram-se da microscopia eletrônica, para avaliar os preparos ultra-sônico e manual. Onze dentes incisivos superiores centrais humanos extraídos foram instrumentados com auxílio de aparelho de ultrassom e limas diamantadas, sob constante irrigação de hipoclorito de sódio. Outros onze foram preparados manualmente com limas e irrigados de modo semelhante. Avaliando a quantidade de debris e magma dentinário, nos níveis apical e cervical não foi observada diferença significativa, mas, no terço médio, a instrumentação manual produziu limpeza significativa nas paredes dos canais radiculares, sendo observado magma dentinário nos canais radiculares preparados pelos dois métodos.

Miserendino *et al.* (1988) computaram a eficiência de cinco instrumentos endodônticos (limas K, Flex-R, K-Flex, S-File e H). O critério usado foi a relação gramas/tempo, isto é, o quanto era removido de material

por unidade de tempo, sendo os materiais utilizados no estudo, osso de boi, dentina humana, polimetil-metacrilato, Plexiglas e modelo de resina epóxica. Os materiais sintéticos utilizados demonstraram grande uniformidade nas suas propriedades físicas e químicas, constituindo-se, assim, de grande valia para este tipo de estudo, quando comparados à dentina humana que apresenta, segundo os autores, variações nas suas propriedades físicas, em decorrência de sua armazenagem. Relativamente aos instrumentos, as limas S e H exibiram melhor desempenho.

Walker & del Rio (1989), valendo-se da instrumentação manual e do uso de aparelhos sônicos e ultra-sônicos e de dentes molares inferiores humanos extraídos, compararam os resultados do preparo de canais radiculares curvos. A porcentagem de paredes planas e a remoção de tecido mole valeram como referência para esta comparação. As técnicas utilizadas foram: instrumentação manual, ultra-sônica (Cavi-Endo e Enac) e sônica (MM 3000 e Endostar). Concluídos os preparos, os cortes foram analisados em microscopia óptica. As referências utilizadas para análise basearam-se na planificação das paredes e na presença de tecido mole, e os resultados sofreram tratamento estatístico, fornecendo as seguintes conclusões:

- todas as técnicas não foram eficazes em deixar planas as paredes dos canais; e,
- no que se refere à presença de tecidos moles, as técnicas foram ineficazes, principalmente nas regiões de istmo entre os canais.

Willey & Senia (1989) desenvolveram um instrumento que, devido às suas características peculiares, minimizava os acidentes da instrumentação. Assim sendo, idealizaram um instrumento sem corte na extremidade, seguido de uma porção cortante de 2,5 mm ou 4mm e outra porção sem corte. Este era acoplado a um contra-ângulo (Giromatic) e tinha uma versão que permitia o uso manual. Para testá-lo, valeram-se de canais artificiais confeccionados em blocos de resina e dentes humanos extraídos. Segundo os autores, a instrumentação mostrou-se mais fácil, rápida e precisa em comparação ao uso de instrumentos convencionais, especialmente em canais curvos onde houve marcante decréscimo, no que diz respeito ao desvio foraminal.

Alodeh *et al.* (1989) avaliaram, em canais artificiais com diferentes graus de curvatura, os resultados do preparo realizado com limas K e técnica escalonada. Os parâmetros observados neste estudo foram tempo de instrumentação, deformação apical, fratura do instrumento e variação do comprimento de trabalho. Para a obtenção dos resultados, os canais artificiais eram fotografados, antes e após o preparo, os negativos sobrepostos e as condições e medidas comparadas. A técnica estudada mostrou-se insatisfatória para o preparo de canais curvos.

Dummer *et al.* (1989) analisaram a ação de limas ativadas por aparelhos sônicos, tendo, como modelo de estudo, canais artificiais confeccionados em blocos de resina transparente que simulavam canais de comprimentos variáveis de 15 mm e 24 mm, apresentando curvaturas de 30° a 50°. As limas utilizadas foram: Heliosonic, Rispisonic e Shaper. Diante

das condições deste estudo, as limas Rispisonic e Shaper, ativadas por aparelho sônico, apresentaram resultados satisfatórios no preparo dos canais.

Alodeh & Dummer (1989) cotejaram o desempenho das limas K e H no preparo de canais artificiais, com diferentes graus de curvatura. Relativamente ao tempo despendido na instrumentação, as limas H exigiram menor período de tempo, enquanto ambas as limas K e H comportaram-se de forma semelhante quanto à deformação, fratura e perda do comprimento de trabalho. Para mais, o desvio foraminal ocorreu em 95% dos canais instrumentados com limas K e em 85% dos instrumentados com limas H.

Haidet *et al.* (1989) compararam *in vivo* a eficácia das técnicas escalonada manual e ultra-sônica, em canais mesiais de dentes molares inferiores humanos. Para determinar os graus de curvatura, valeram-se da técnica de Schneider (1971). O estudo foi dividido em três grupos. O grupo 1 consistia de 15 dentes, preparados com a técnica escalonada associada a uma irrigação intermitente com hipoclorito de sódio a 5,25% (30 ml por minuto). O grupo 2 era formado por 23 dentes, preparados com a técnica escalonada associada à instrumentação ultra-sônica por 3 minutos (Cavi-Endo), sendo a substância usada para irrigação o hipoclorito de sódio a 5,25% (30 ml por minuto). No grupo 3, constituído por 21 dentes, os canais radiculares não eram instrumentados e serviam de controle. Findo o preparo, os dentes foram removidos e processados histologicamente, fornecendo lâminas que exibiam cortes em diferentes níveis das raízes. Ao exame das lâminas, a nível de 3 mm não havia diferença significativa entre os grupos 1

e 2. Porém, a nível de 1 mm, existiam diferenças significativas, demonstrando maior limpeza nos canais radiculares preparados pela técnica escalonada associada ao ultra-som.

Yahya & Eldeeb (1989) compararam as técnicas sônica e ultra-sônica, quando do preparo de canais radiculares, avaliando o tempo, angulação e forma final após o preparo. Para tanto, selecionaram primeiros e segundos molares inferiores humanos, recém-extraídos, utilizando as raízes mesiais que, após o preparo, foram seccionadas transversalmente nos terços apical, médio e cervical, obtendo radiografias antes e após o preparo. Os recursos utilizados foram o MM3000, Cavi-Endo, Endostar 5, Enac e instrumentação manual. Relativamente ao tempo de preparo, o MM3000 e a instrumentação manual mostraram-se mais eficientes, enquanto que em relação à variação angular, o MM3000 exibiu a melhor performance e a instrumentação manual determinou menor ocorrência de desvio foraminal.

Sedell (1989) comparou a instrumentação com o auxílio do Canal Finder System e a instrumentação manual, valendo-se de exame radiográfico pré e pós-operatório, em dentes humanos extraídos. De seus resultados consta que o recurso mecânico empregado não superou a instrumentação manual, no que respeita a manutenção da forma primitiva do canal radicular.

Ahmad & Pitt Ford (1989b) cotejaram, em canais artificiais, as técnicas de preparo manual e ultra-sônica (Cavi-Endo), utilizando macro-radiografias e não constataram diferença significativa entre os dois métodos,

quanto ao tempo consumido no preparo e ao grau de incidência de deformações apicais.

Loushine *et al.* (1989) avaliaram o desempenho dos recursos sônicos (MM3000 e Endostar 5), ultra-sônicos (Cavi-Endo) e da instrumentação manual, quando do preparo de canais mesiais de dentes molares inferiores humanos com curvatura em torno de 40°. Após a instrumentação, as raízes eram seccionadas transversalmente, fornecendo cortes seriados dos terços médio e apical, que foram observados em estereomicroscópio, levando a constatar que a técnica manual ofereceu preparos mais regulares e, dentre os demais recursos utilizados, o MM 3000 acusou melhores resultados.

Goldman *et al.* (1989) analisaram os preparos providenciados pela instrumentação manual, mecânica (CFS) e sônica (MM3000), valendo-se de modelos de silicone de dentes unirradiculares humanos recém-extraídos, pelos parâmetros: conicidade, lisura superficial e presença ou não de deformação apical, levando os autores a auferir resultados mais satisfatórios com a instrumentação manual e mecânica.

Petschelt (1989) realizou estudo *in vitro* em 134 dentes humanos extraídos, comparando a eficácia do preparo do canal radicular, utilizando a instrumentação manual e o Canal Finder System. Da análise dos resultados, salientou que, em canais curvos e estreitos, o Canal Finder System mostrou-se superior, embora a região foraminal pudesse apresentar algumas alterações. Desse modo, concluiu ser necessário o uso de instrumentos manuais para o término e acabamento do preparo endodôntico, quando do emprego deste aparelho.

Ehrlich *et al.* (1989) confrontaram o transporte foraminal providenciado pela instrumentação manual com limas K e instrumentação sônica com limas Rispsonic e Tri-Sonic em raízes mesiais de dentes molares inferiores humanos com curvatura variável entre 45 a 65 graus, não encontrando diferença significativa entre as três alternativas estudadas.

Ahmad & Pitt Ford (1989a) estabeleceram comparação entre a instrumentação manual e a ultra-sônica em raízes de 40 dentes humanos extraídos com curvaturas severas. A forma do preparo era comparada qualitativa e quantitativamente, utilizando subtração das imagens iniciais e pós-preparo, por meio do uso de uma macro-radiografia. Dessa maneira, era possível obter imagens maiores, necessárias a uma melhor visualização dos detalhes. Perante a análise dos resultados, verificaram a presença de degraus e transportes apicais, acrescentando que não foram encontradas diferenças significativas entre as técnicas estudadas.

Bastos Filho *et al.* (1990) cotejaram quatro diferentes instrumentos, com vistas a analisar a redução do grau de curvatura dos canais com eles preparados e a ocorrência de desvio apical. Assim, 40 canais méso-vestibulares de molares superiores extraídos foram preparados com limas K (das marcas Kerr e Maillefer), com limas K-Flex e com limas Flexofile. Após a análise das radiografias pré e pós-operatórias e das moldagens em silicone dos condutos instrumentados, os autores concluíram que os instrumentos mais flexíveis ocasionaram menor diminuição do grau de curvatura dos canais, o que indiretamente traduziria melhor atuação no que tange à retificação e respeito à anatomia radicular.

Campos & del Rio (1990) compararam a instrumentação manual e mecânica (CFS) em raízes mesiais de dentes molares superiores humanos, visando à quantidade de dentina removida e à intensidade de desvio foraminal. Pela análise de fotomicrografias de secções das raízes após o preparo, evidenciaram que, nos terços cervical e apical, o aparelho mecânico removeu mais dentina e propiciou resultados menos satisfatórios, com relação à presença de desvio foraminal. Para mais, ambas as técnicas ocasionaram transporte no terço apical, enquanto no terço médio a instrumentação mecânica promoveu desvio maior para mesial e a manual, para distal.

Walsh *et al.* (1990) observaram o preparo de canais radiculares, comparando o uso do ultra-som (Enac) com a instrumentação manual pela técnica escalonada em 120 canais mesiais de 60 primeiros molares inferiores humanos extraídos. Os canais radiculares, instrumentados com o auxílio do ultra-som, foram divididos em 4 grupos, sendo cada um deles respectivamente, preparados na potência 1, 2, 3 e 5 do aparelho. Os resultados foram obtidos pela comparação do exame radiográfico pré e pós-operatório e pela observação de cortes obtidos das raízes após o preparo. Concluíram os autores que não houve diferença significativa entre instrumentação manual e ultra-sônica, e que a potência 3 do aparelho providenciou os melhores resultados.

Melo & Sydney (1990) sugeriram uma técnica para o preparo de canais radiculares curvos, na qual são utilizados, nas fases iniciais, dois instrumentos de mesmo número, e salientam que os mesmos sejam de

primeiro uso. Para tal utilizaram duas limas 0,8,10, 15, até a lima 20 ou 35, e com os instrumentos restantes mais calibrosos perfizeram recuo anatômico proporcional à curvatura anatômica do canal radicular. Aconselham, para mais, que todos os instrumentos utilizados devem sofrer curvatura prévia, acorde imagem fornecida pela radiografia inicial e consideram que o preparo de canal radicular assim realizado fornece um bom índice de sucesso.

Lévy (1990) relatou as vantagens e desvantagens do aparelho Canal Finder System (CFS), após um período de 4 anos de observação, e atesta da qualidade do aparelho na manutenção da conformação inicial do canal radicular, esclarecendo que as principais complicações estão associadas à fratura do instrumento, perfurações e desvios da conformação original, freqüentes quando do uso deste recurso.

Camps *et al.* (1990) avaliaram quatro técnicas de preparo do canal radicular: duas técnicas manuais (escalonada e anticurvatura), uma técnica sônica (MM1500) e uma técnica mecânica (CFS), em quarenta dentes molares humanos inferiores e superiores, recentemente extraídos. Isto posto, as amostras foram incluídas em resina acrílica e, posteriormente, numa pequena mufla, de acordo com a técnica proposta por Bramante *et al.* (1987). Desse modo, puderam avaliar a trajetória do canal, antes e após o seu preparo. Os resultados foram tratados estatisticamente e os autores concluíram que a técnica do preparo escalonado com o uso de brocas Gates-Glidden no terço cervical é realmente segura quando aplicada em raízes curvas.

Gilles & del Rio (1990) analisaram a instrumentação mecânica (CFS) e a manual no preparo de canais radiculares curvos em 40 raízes mesiais de dentes molares inferiores humanos extraídos. Uma parte era preparada com a técnica da instrumentação circunferencial e limas tipo K, a outra, com a técnica mecânica (CFS), preparos estes realizados por estudantes de Odontologia. Sobrepondo as radiografias final e inicial, observaram transportes de 1mm e 4mm na região apical. Feito isto, as raízes foram seccionadas transversalmente para que se verificassem as secções transversais dos canais. Concluíram os autores que o CFS permitiu menor índice de transporte foraminal e ofereceu secções mais circulares.

Paiva & Antoniazzi (1991), buscando contornar as dificuldades impostas no preparo de canais radiculares curvos, propuseram a técnica do preparo seriado, na qual recomendam que o instrumento, durante seu uso jamais deve sofrer translado de uma parede a outra do canal e, a ele deve ser conferido apenas o movimento de tração, atuando todos os instrumentos até o limite apical pré-estabelecido. Para mais, aconselham curvar sempre o instrumento e pressionar o seu cabo para posição bem definida na coroa, ou seja, forçá-lo sempre contra a porção aberta da curvatura, próximo à entrada do canal.

Leseberg & Montgomery (1991) cotejaram os resultados dos preparos de canais radiculares com o instrumento Canal Master e a técnica que lhe é proposta, com limas Flex-R e a técnica da força balanceada e com limas K-Flex e a técnica escalonada. Para isso utilizaram 36 raízes mesiais de dentes molares inferiores humanos extraídos, cujos canais radiculares foram

instrumentados pela técnicas e instrumentos acima descritos. As secções transversais das raízes eram fotografadas antes e após o preparo e obtidas ampliações de 40 vezes, sendo que as fotos foram fotocopiadas em transparências. As medidas foram obtidas com auxílio de computador acoplado a digitalizador, e utilizando o programa SCAN da Sigma. Com relação ao transporte do canal, estes foram transportados para mesial nas secções dos terços apicais e, para distal, nas secções dos terços médios. Para mais, dos canais instrumentados até o instrumento # 30, aqueles servidos pela lima K-Flex exibiram maior transporte apical e cervical, e daqueles instrumentados até o número 40, o grupo do instrumento Canal Master exibiu maior transporte apical. Relativamente à quantidade de dentina removida no terço apical, os números 30 e 35 da lima K-Flex removeram maior quantidade, e com relação ao terço médio, o instrumento Canal Master exibiu os melhores resultados. Quanto à posição do instrumento no interior da raiz, os instrumentos Canal Master e a lima Flex-R mostraram-se superiores à lima K-Flex

Myers & Montgomery (1991) avaliaram os debris extruídos pelo forame durante a instrumentação, estudando os preparos realizados com as técnicas manual e mecânica (CFS). Para tal, selecionaram 60 dentes humanos extraídos, que foram divididos em três grupos. No grupo A, o limite de trabalho situou-se 1mm aquém do ápice e a instrumentação era do tipo convencional. No grupo B, o limite de trabalho localizava-se 2 mm aquém e o preparo era efetuado com auxílio do aparelho Canal Master System. No grupo C, o trabalho era efetuado em nível do forame, com a técnica

empregada no grupo A. Observaram os autores a formação de plug apical em 84,2% dos dentes preparados a 1 mm do forame apical e, no grupo preparado a nível do forame apical, uma grande quantidade de debris extruiu através deste.

Baumgartner *et al.* (1992), em estudo histomorfométrico comparativo de quatro técnicas de preparo do canal radicular, utilizaram 48 canais artificiais, apresentando 30° de curvatura. Os canais foram divididos em quatro grupos com doze elementos cada. Antes do preparo, a área era obtida através da análise em microscópio Zeiss-Axiphot, utilizando computador e software Quik-Leica. Concluído o preparo, as imagens eram sobrepostas, e a área novamente medida. As técnicas de preparo utilizadas foram a manual (técnica da força balanceada e escalonada), a mecânica (Canal Master) e a ultra-sônica (Cavi-Endo). As médias das áreas obtidas permitiram, assim, dispor as técnicas em ordem decrescente de eficácia: técnica escalonada, técnica da força balanceada, ultra-sônica (Cavi-Endo) e mecânica (CM).

Biffi *et al.* (1992) desenvolveram método computadorizado quantitativo para a análise morfológica do canal radicular anatômico cirúrgico, a partir de secções histológicas transversais da raiz. O método utilizado possibilitou um estudo prévio do canal radicular no nível das secções utilizadas, favorecendo documentar macroscopicamente o que já fora comprovado em nível microscópico.

Kersh *et al.* (1993) compararam três técnicas de instrumentação em canais curvos de molares inferiores humanos extraídos, analisando a

angulação pré e pós-operatória através de radiografias, concluindo que a técnica seriada valendo-se de limas K, a técnica da força balanceada e o uso de instrumentos rotatórios de níquel-titânio não mostraram diferenças significativas entre si.

Mounce *et al.* (1993) utilizaram 90 canais artificiais com aproximadamente 20° a 25° de curvatura, instrumentados por três diferentes operadores, usando a técnica do Canal Master. Vinte e um dos oitenta e sete instrumentos utilizados fraturaram, equivalendo a 24% de todas as amostras. O instrumento número 50 foi o que mostrou o maior índice de fratura, e três degraus foram detectados em 90 amostras examinadas.

Machado (1993) comparou, em canais artificiais e com auxílio da análise computadorizada, duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos, a saber: preparo seriado e cervical. Os resultados indicaram que, relativamente ao fator de forma e à área, a técnica do preparo seriado forneceu maior diferença, determinando também maior aumento do diâmetro, quando considerados os terços médio e apical. Relativamente ao diâmetro e posicionamento do ponto de menor constricção dos canais artificiais, a técnica do preparo cervical proporcionou melhores resultados.

Saunders & Saunders (1994) cotejaram os resultados do preparo de canais radiculares curvos em molares inferiores humanos extraídos, usando o desgaste duplo com três tipos de instrumentos. No primeiro grupo, após o preparo cervical com brocas Gates-Glidden, os canais foram preparados

com limas Flexofile, de acordo com a técnica da força balanceada. No grupo dois, o preparo cervical foi realizado com Flexogates acionada em baixa rotação e o restante do preparo foi realizado manualmente com o mesmo tipo de instrumento. O sistema Canal Master U foi utilizado de maneira rotatória no preparo do terço cervical e manualmente no restante do preparo no terceiro grupo. As comparações foram realizadas com o uso de radiografias pré e pós-operatórias e da análise microscópica dos dentes, após receberem injeção de silicone e serem diafanizados. De posse dos resultados, os autores concluíram que não houve diferença estatística entre as áreas dos canais preparados e a qualidade dos preparos, ressaltando somente o índice muito alto de fratura dos instrumentos Canal Master U.

Roig-Cayón *et al.* (1994) compararam em dentes extraídos a qualidade do preparo de canais, utilizando o método de Bramante e variando as técnicas e o instrumental utilizados. No primeiro grupo, os dentes sofreram um duplo escalonamento, sendo preparados pela técnica escalonada ápico-cervical anticurvatura com limas Flexofile e com brocas Gates-Glidden. No segundo grupo, o duplo escalonamento foi realizado com instrumentos Canal Master rotatórios e manuais e no terceiro grupo após o preparo cervical com brocas Gates-Glidden, procedeu-se ao preparo escalonado com limas Heliapical. Após os preparos, foram analisadas as secções transversais das amostras através da superposição computadorizada de fotos pré e pós-operatórias com aumento de dez vezes para observar: a forma dos canais (classificada em redonda, oval ou irregular); a circularidade (dividindo-se as medidas do maior pela do menor

eixo); o transporte do canal (medindo-se a distância mésio-distal entre o canal original e o preparado) e a centralização do preparo. Os autores concluíram que os preparos que se utilizavam dos instrumentos Canal Master U apresentavam-se significativamente mais circulares e centrados que os preparados com limas Flexofile ou Heliapical, sendo que não houve diferença estatística entre estes últimos nestes quesitos. Todos os grupos apresentaram transporte do canal no terço apical, não havendo diferença estatística entre eles. Os melhores resultados obtidos com o sistema Canal Master U foram atribuídos ao tipo de movimento de desgaste, ao desenho do instrumento e à sua ponta romba.

Luiten *et al.* (1995) avaliaram quatro técnicas de instrumentação, quanto à forma final dos canais e o transporte apical, utilizando para isso canais curvos de molares humanos extraídos. Todos os canais receberam o preparo de suas metades cervicais com brocas Gates-Glidden e posteriormente foram divididos e instrumentados de quatro maneiras, a saber: técnica escalonada ápico-cervical proposta por Walton, utilizando limas K; técnica cérvico-apical proposta por Morgan e Montgomery, utilizando limas K; instrumentação sônica, utilizando o sistema MM 1500 com limas Shaper Sonic e, finalmente, utilizando o sistema NiTiMatic acoplado à limas NiTi. As análises foram feitas em computador com a utilização de radiografias pré e pós-operatórias com contraste de mercúrio, buscando comparar a largura dos canais, a formação de ampulheta, a presença de deformação apical, o grau de curvatura dos canais, a presença de degraus e de transporte. Os resultados mostraram que não houve

diferença entre os grupos em relação à formação de degraus, à presença de formato de ampulheta, deformidade apical, grau de curvatura pré e pós-operatória e ao transporte do canal. Em relação à largura dos canais, no ápice, a técnica escalonada ápico-cervical produziu maior desgaste que o sistema NiTiMatic, enquanto que os outros grupos não mostraram diferenças estatísticas neste nível. A três milímetros do ápice, os preparos sônico, cérvico-apical e escalonado ápico-cervical produziram canais estatisticamente mais largos que os preparos com o sistema NiTiMatic. A cinco milímetros do ápice não houve diferença estatística entre os grupos, e a 7mm e 9 mm a instrumentação sônica promoveu maior desgaste.

Liguori (1995) comparou as técnicas de preparo do canal radicular: manual convencional e Sistema Canal Fynder em canais simulados, no que diz respeito às alterações dimensionais. Concluiu que, no que se refere à área e ao perímetro, as duas técnicas não mostraram diferenças significantes entre si. O grupo instrumentado pelo Sistema Canal Fynder mostrou fator de forma maior, quando os canais foram analisados no sentido VL, ao passo que o grupo instrumentado pela técnica convencional mostrou maior desgaste na porção apical quando observados os canais no sentido MD.

Daniel *et al.* (1996) avaliaram duas técnicas de preparo: seriada convencional e escalonada cérvico-apical, com limas NiTiFlex e limas K. Os preparos foram feitos em canais simulados e avaliados através de computação gráfica, acorde Machado (1993). Da análise dos resultados puderam observar que o preparo escalonado cérvico-apical com Gates-

Glidden, associado à limas NiTiFlex, obtiveram os melhores resultados, ou seja, menor dilaceração foraminal.

Antón & Machado (1996) avaliaram a quantidade de resíduos encontrados após o preparo químico-cirúrgico de canais radiculares de molares permanentes jovens, quando do emprego das técnicas convencional e escalonada cérvico-apical com auxílio de brocas Gates-Glidden. Um total de 40 dentes foram divididos em 2 grupos, cada qual instrumentado com uma técnica. Após a conclusão dos preparos, as raízes sofreram cortes histológicos nos terços apical e médio, sendo seus resíduos analisados em microscópio óptico acoplado a um computador com placa digitadora de imagens, e posteriormente efetuada a determinação da área do resíduo encontrado. Os autores, através de análise estatística, concluíram que a técnica cérvico-apical com brocas Gates-Glidden promoveu melhor limpeza do conteúdo dos canais radiculares.

Negrão (1996) propôs a análise da performance da técnica convencional em 10 raízes distais de molares inferiores. Após o preparo, as raízes foram seccionadas nos terços cervical, médio e apical e levadas à uma câmera acoplada a um computador, cujo "software" permitia a subtração de imagens, e cálculos de áreas antes e depois da instrumentação. Pôde-se observar, pela análise estatística, que as variações não mostraram diferenças significantes entre si e que o recurso computadorizado mostrou-se de grande valia.

Machado *et al.* (no prelo) fizeram um estudo da análise da qualidade do preparo do canal radicular, valendo-se de técnica seriada e técnicas

escalonadas cérvico-apical com Gates-Glidden e ápico-cervical. Verificou-se que o preparo escalonado cérvico-apical com o auxílio de limas e brocas Gates-Glidden manteve as características da região apical, por meio de uma prévia retificação dos terços cervical e médio e a utilização de um primeiro instrumento mais calibroso na região apical.

Juntamente com os estudos relativos às técnicas de preparo dos canais ocorreram avanços nas ligas metálicas e nas características morfológicas dos instrumentos, com vistas a atingir eficiência de corte e, acima de tudo, flexibilidade.

Com relação aos instrumentos utilizados na terapia endodôntica, Gutiérrez & Garcia (1968) investigaram microscópica e macroscopicamente o preparo de canais radiculares, utilizando caninos e incisivos humanos extraídos, cujos canais radiculares foram preparados manualmente e irrigados com solução salina, hipoclorito de sódio ou EDTA. Os caninos foram preparados com limas K (Maillefer) até o número 100, os incisivos com limas K (Kerr) até o número 40, e outro grupo de canais radiculares, somente com alargadores. A análise das moldagens dos canais com mercaptana denotou grandes falhas na instrumentação, sendo a maioria dos preparos considerados aceitáveis.

Andreasen & Morrow (1978), comparando as propriedades físicas dos fios ortodônticos de aço inox e de níquel titânio por meio de testes de elasticidade, dobramento, torção, energia acumulada e maleabilidade, concluíram que os fios de níquel titânio apresentam maior elasticidade e

menor tendência a sofrer deformação permanente e liberam menos energia acumulada, após sofrerem deformações.

Lopez *et al.* (1979), investigando as características elásticas de fios ortodônticos de aço inox e de níquel titânio, também concluíram que os fios de níquel titânio apresentam um comportamento elástico muito superior aos fios de aço inox.

Burstone & Goldberg (1980), discorrendo sobre as características de vários fios ortodônticos, enfatizaram o baixo módulo de elasticidade e a capacidade de sofrer grandes defleções elásticas das ligas de níquel titânio, quando comparadas às outras ligas de aço.

Walia *et al.* (1988) foram os primeiros autores a utilizar ligas de níquel titânio para confecção de instrumentos endodônticos e a compará-los com os instrumentos de aço inox. Para tanto, fabricaram limas de calibre correspondente ao número 15, por intermédio de hastes de níquel titânio de secção triangular. Realizaram testes comparativos de dobramento e de torção, concluindo que aqueles instrumentos são duas ou três vezes mais flexíveis que os de aço comum e apresentam maior resistência à fratura por torção nos sentidos horário e anti-horário, propriedades que favoreceriam muito o preparo de canais radiculares curvos.

Melo *et al.* (1988) compararam a flexibilidade e a resistência à torção dos instrumentos K-Flex e Flexofile, utilizando 110 instrumentos de cada tipo, submetidos aos testes com auxílio de torquímetro. Os resultados evidenciaram que as limas K-Flex apresentam maior resistência à torção nos

calibres correspondentes aos números 35 e 40. Por outro lado, as limas Flexofile apresentaram maior flexibilidade.

Luebke & Brantley (1991), preocupados com as propriedades físicas das brocas Gates-Glidden, analisaram suas propriedades de torção e, assim sendo, separaram duas marcas conhecidas (Brasseler e Maillefer). As amostras foram imersas em solução de sulfato cúprico, para confirmar que se tratavam de instrumentos confeccionados em aço inoxidável. Feito isto, mediram o momento fletor e de deflexão angular a cada 45° até a ocorrência da fratura, com auxílio de torquímetro. Da análise dos resultados inferiram que não houve diferença significativa entre as marcas estudadas.

Al-Omari *et al.* (1992a) relacionaram seis tipos de instrumentos endodônticos, quando do preparo de canais simulados de vários graus de curvatura por meio de movimentos lineares de desgaste ou da técnica escalonada ápico-cervical anticurvatura. Assim, buscaram avaliar a eficácia das limas: K; K-Flex; Flexofile; Flex-R; Hedstrom e Unifile quanto ao tempo de preparo, falhas no instrumento, perda do comprimento de trabalho, lisura das paredes dos canais e perda de peso dos blocos preparados, concluindo que em canais curvos as limas Flexofile mostraram-se mais eficientes e apresentaram menor grau de falhas, o que foi atribuído à sua maior flexibilidade.

Em estudo consecutivo, Al-Omari *et al.* (1992b) descreveram os resultados do trabalho anteriormente descrito quanto à ocorrência de deformações apicais, quantidade e direção do transporte e forma final do preparo. Deste modo, os resultados mostraram que canais em forma de

ampulheta ocorreram em 4,5% dos canais curvos e perfurações em 6,3%, quando estes foram preparados com limas K ou K-Flex. As limas Hedström foram responsáveis pelo desgaste excessivo das paredes internas da maioria dos 10,4% de canais transportados, demonstrando que o preparo com limas Flexofile ou Flex-R pareceu superior aos demais testados.

Zmener & Marrero (1992) instrumentaram 80 dentes unirradiculares extraídos, utilizando limas Trifile, Flex-R, Flexofile e K, a fim de comparar seu desempenho perante a morfologia final dos canais preparados. Os resultados foram obtidos através do exame em microscopia eletrônica das hemi-seções longitudinais das raízes, de modo que nos grupos preparados com as limas Trifile e Flex-R constatou-se a presença de canais bem centralizados e cônicos e ausência de transporte apical ou degraus. Já nos grupos dos instrumentos Flexofile e K, alterações morfológicas, presença de degraus e transporte foram achados frequentes.

Melo *et al.* (1992) ativeram-se à resistência à torção de instrumentos endodônticos ditos flexíveis. Deste modo, compararam, por meio de testes em torquímetro, a capacidade de torque das limas Trifile, Flexofile e K-Flex, concluindo que houve superioridade da lima Trifile nos números 20, 30, 35 e 40, em comparação com as limas Flexofile, e para os números 20, 25, 30, 35 e 40, quando comparadas às limas K-Flex. Segundo os autores, a maior resistência à torção, principalmente nos instrumentos de maior diâmetro reveste-se de grande importância, visto que o movimento de rotação assume papel de destaque no momento do preparo apical.

Brankin *et al.* (1993) aplicaram os testes da ADA para avaliação da flexibilidade e resistência à torção dos instrumentos: limas de níquel-titânio Brassellar, limas Flex-R, limas Flex-O, limas K-Flex e limas Centra Flex. Após análise dos dados, concluíram que as duas propriedades variaram de acordo com o calibre dos instrumentos testados e que a ordem decrescente de flexibilidade foi: limas NiTi; Flex-O; Flex-R; Centra-Flex e K-Flex. Já em relação aos testes de torção, as limas K-Flex e Centra-Flex mostraram melhores resultados que as NiTi, Flex-R e Flex-O.

Camps & Pertot (1994) avaliaram a rigidez e a resistência à fratura dos instrumentos Canal Master U confeccionados em aço inox e em liga de níquel titânio, por meio de testes de torção, medindo o torque máximo e a deflexão angular no ponto da fratura e de testes de dobramento, medindo o momento requerido para dobrar os instrumentos em 45 graus. Após a avaliação dos resultados, concluíram que os instrumentos confeccionados em ligas de níquel titânio apresentam maior flexibilidade, o que diminuiria a tensão no instrumento e a possibilidade de fratura quando do preparo de canais curvos, contribuindo para eliminação de acidentes como transportes de foramen e perfurações.

Schafer *et al.* (1995) descreveram a avaliação morfométrica dos canais preparados, ressaltando que nas condições do estudo houve modificações de forma indesejáveis em todos os canais preparados e que nenhum dos instrumentos avaliados foi capaz de preparar as porções internas das curvaturas dos canais. Assim, os instrumentos flexíveis com pontas rombas acarretaram consideravelmente menos deformações que os

d ponta tradicional e que as limas de níquel-titânio confirmaram os resultados de respeito à anatomia original dos canais propriedade que, segundo os autores, deve-se à reduzida eficiência de corte destes instrumentos.

Serene *et al.* (1995) descreveram uma série de testes físicos realizados com os instrumentos de níquel-titânio. A flexibilidade foi mensurada por meio da comparação da força necessária para dobrar os instrumentos de calibre 25 a 45 dos tipos K de aço inox, K de níquel titânio e limas Mac a 45°, e os resultados mostraram enorme diferença, indicando que as limas NiTi são bem mais flexíveis que as de aço inox. Outro teste descrito foi o de rotação para deformação, onde os autores ressaltam que uma lima K de aço de calibre 45 deforma-se 27° quando torcida a 90°, enquanto que uma lima NiTi de mesmo calibre deforma 31°, quando torcida a 360°. Os testes de rotação até fratura, comparando instrumentos dos dois tipos, também demonstraram diferenças significativas com valores muito superiores para os instrumentos NiTi. A dureza também mereceu atenção dos pesquisadores que após os testes concluíram que as limas de aço inox possuem dureza Vickers de 522 a 542 unidades, permanecendo constante após exposição ao calor seco ou autoclave, enquanto que os instrumentos NiTi mostraram valores de 303 a 362 unidades e um aumento de dureza, quando submetidos à estufa seca ou autoclave.

Himel *et al.* (1995) avaliaram o resultado de preparos escalonados realizados por estudantes de graduação em canais simulados, utilizando limas K e limas Nitinol. De posse de 81 preparos de cada grupo, os autores

compararam as fotografias pré e pós-operatórias feitas com aumento de 14 vezes, verificando que o comprimento de trabalho foi mantido mais frequentemente no grupo das limas Nitinol. Não houve neste grupo a formação de degraus e, mesmo quando houve instrumentação além do limite estabelecido, o grau de destruição apical mostrou-se bem menor. O mesmo ocorreu em relação ao transporte e à presença de deformação apical e, embora sem diferença estatística, o tempo de preparo com as limas Nitinol foi menor.

Glosson *et al.* (1995) utilizaram o modelo de Bramante modificado e um programa de subtração digital, para comparar cinco tipos de preparos em canais radiculares de molares inferiores humanos extraídos. No grupo A, os canais foram instrumentados com movimentos de um quarto de volta e tração, utilizando-se limas K-Flex e no grupo B o mesmo tipo de preparo foi realizado com as limas Mity (níquel-titânio). No grupo C foi utilizado o sistema NT Sensor (níquel-titânio rotatório); no D, os instrumentos Canal Master U de níquel-titânio e no E o sistema NiTi Lightspeed. As imagens digitalizadas pré e pós-preparo foram comparadas quanto à curvatura e à forma dos canais, transporte, quantidade de dentina removida e raio da secção. Além destes dados foram avaliados o tempo de preparo e a deformação e fratura dos instrumentos. Quanto aos resultados, os instrumentos de níquel-titânio rotatórios (Lightspeed e NT Sensor file) e a instrumentação manual com Canal Master U causaram significativamente menos transporte, mantiveram-se mais centrados no canal, removeram menos dentina e produziram canais mais circulares que as limas K-Flex e

Mity. A instrumentação foi mais rápida com os instrumentos rotatórios que com os manuais. Concluíram os autores que os instrumentos rotatórios de níquel-titânio apresentaram muitas vantagens em relação à instrumentação manual com limas K-Flex e Mity, tendo um futuro promissor na endodontia.

Esposito & Cunningham (1995) buscaram comparar a manutenção da forma de canais curvos de dentes humanos extraídos e preparados com diferentes instrumentos. Para tanto, os canais foram instrumentados com limas Mac (níquel-titânio); limas K-Flex e com o sistema NiTi-Matic (instrumentos rotatórios de níquel-titânio). As radiografias pré e pós-operatórias foram digitalizadas e analisadas por meio de programas de computador específicos. De posse dos resultados, os autores concluíram que os instrumentos de níquel-titânio mantiveram a forma original dos canais em todos os casos, havendo diferença significativa em relação às limas K-Flex, quando analisadas as radiografias dos canais preparados com instrumentos de calibre igual ou superior ao de número 30. Além disso, instrumentos de níquel-titânio proporcionaram maior desgaste na região apical, respeitando a forma original dos canais.

Pertot *et al.* (1995) avaliaram a morfologia de 63 canais simulados após o preparo com 3 diferentes instrumentos e técnicas e as possíveis falhas apresentadas por estes instrumentos. Assim, do primeiro grupo utilizou-se o sistema Canal Master U com instrumentos de aço inox; no segundo, o mesmo sistema foi acoplado à instrumentos de níquel-titânio; e no terceiro, optou-se pela técnica escalonada ápico-cervical valendo-se de instrumentos K pré-curvados. As comparações entre os grupos foram

realizadas por meio de fotografias pré e pós-operatórias de secções transversais na altura do comprimento de trabalho e a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 milímetros deste ponto, onde eram mensurados o diâmetro dos canais e o transporte nas paredes mesiais e distais. Em relação aos resultados, o diâmetro dos canais preparados com limas K foi maior que o dos grupos preparados com o sistema Canal Master, evidenciando sobre instrumentação especialmente a nível apical e nos dois terços cervicais, embora todos os grupos tenham recebido desgaste cervical prévio. De maneira geral, o transporte das paredes também foi maior com a utilização das limas K, mostrando que o sistema Canal Master U manteve os preparos mais centralizados. A análise das falhas dos instrumentos mostrou uma tendência maior de fratura dos instrumentos Canal Master U de aço inox. De posse destes dados, os autores concluíram que os instrumentos Canal Master U oferecem mais segurança no preparo de canais curvos que os instrumentos K, levando em consideração a formação de degraus, deformações e perfurações e que, em relação à fratura, as limas K e os instrumentos de níquel-titânio oferecem maior segurança.

Bou-Dagher & Yared (1995) dimensionaram a mudança na curvatura dos canais de raízes vestibulares de noventa e seis molares superiores após a instrumentação com limas Flex-R (aço inox com ponta romba), Ultra-Flex (níquel-titânio) e K, utilizando o preparo circunferencial e aferindo as medidas nas radiografias pré e pós-operatórias. Observaram que o ângulo das curvaturas foi melhor mantido com a utilização das limas Flex-R e Ultra-

Flex do que com a utilização de limas K, não havendo diferença significativa entre os dois primeiros grupos.

Zmener & Balbachan (1995) examinaram o efeito da instrumentação circunferencial, utilizando limas K e limas de níquel-titânio em raízes de incisivos superiores extraídos. Os exames feitos por meio de microscopia eletrônica de secções dos dentes desgastados revelaram que os instrumentos de níquel-titânio proporcionaram aos canais um desgaste contínuo e cônico, respeitando a constrição apical sem a formação de degraus, enquanto que os instrumentos K de diâmetro superior ao de número 25 produziram alterações morfológicas nos terços apicais dos canais. Os autores concluíram que as limas de níquel-titânio apresentam propriedades promissoras no tratamento de canais radiculares curvos.

Royal & Donnelly (1995) mensuraram a diferença de angulação de canais curvos de 45 molares humanos extraídos, após a instrumentação, pela técnica da força balanceada, variando-se o tipo de instrumento usado para tanto. Assim, no primeiro grupo, os dentes foram instrumentados com limas de níquel-titânio, no segundo com limas Flex-R e no terceiro com limas K-Flex. As medidas angulares foram obtidas pelo método de SCHNEIDER nas radiografias pré e pós-operatórias, e demonstraram que as limas de níquel-titânio foram mais fiéis ao traçado original dos canais do que as limas Flex-R e K-Flex, que não mostraram diferença estatística entre seus resultados. Assim, os autores concluíram que o uso de limas de níquel-titânio associado à técnica da força balanceada constitui um método seguro

de preparo de canais curvos, minimizando o risco de formação de degraus ou de transporte das paredes.

Isom *et al.* (1995) avaliaram a espessura das paredes radiculares na altura da furca de molares inferiores humanos extraídos, após o preparo dos canais com brocas Gates-Glidden ou com dilatadores de canal manuais. A avaliação dos desgastes foi realizada pelo exame de várias secções transversais pré e pós-operatórias ao microscópio óptico, observando os autores que as brocas Gates-Glidden de calibre 2 e 3 removem maior quantidade de dentina que os abridores manuais de canal e que, portanto, o uso desses instrumentos rotatórios de calibre avantajado deve restringir-se ao preparo das entradas dos canais, a fim de evitar desgastes excessivos.

Tepel *et al.* (1995) avaliaram a eficiência de corte de 24 tipos de instrumentos endodônticos manuais como: limas K, alargadores, limas K flexíveis, limas K flexíveis com ponta romba e limas de níquel-titânio. Os testes foram realizados com o auxílio de um aparelho computadorizado, que simulava os movimentos normais de limagem e alargamento dentro de canais simulados de resina. De posse dos resultados, os autores concluíram que as limas de níquel-titânio mostraram a menor eficiência de corte, seguidas pelos alargadores e limas K, que obtiveram posição intermediária. As limas K flexíveis mostraram o maior poder de corte.

Camps & Pertot (1995 a) testaram “in vitro” a eficiência de corte de quatro marcas comerciais de limas de níquel-titânio, tendo como grupo controle as limas K Colorinox e as limas K Flexofile, ambas da marca Maillefer. Os testes de desgaste foram realizados em blocos de resina que

sofreram a ação dos instrumentos acoplados a um dispositivo motor que lhes imprimia movimentos de limagem. Os instrumentos de aço inox de secção triangular (Flexofile) mostraram-se muito mais eficientes que os de secção quadrangular (Colorinox) e ambos demonstraram maior poder de corte que os instrumentos de níquel-titânio. Dentre estes, os da marca Maillefer obtiveram resultados bem superiores aos demais. Os autores atribuíram este fato às diferenças na composição das ligas de níquel titânio e à forma da secção transversal de cada instrumento.

Poulsen *et al.* (1995) prepararam os canais de molares inferiores extraídos com o sistema Lightspeed que utiliza instrumentos rotatórios de níquel-titânio em 3 velocidades (750, 1300 e 2000 rpm), e compararam, por intermédio de cortes transversais pré e pós-operatórios analisados ao computador por meio de programa especializado, a quantidade de dentina removida, a forma dos canais, a presença de transporte e a centralização dos preparos. Concluíram não haver diferença entre os três grupos estudados e ser o Lightspeed um dispositivo seguro e eficiente para o preparo de canais curvos.

Camps & Pertot. (1995 b) avaliaram a relação existente entre o diâmetro do instrumento e sua dureza, utilizando para isto três tipos de instrumentos de níquel-titânio fabricados com o mesmo tipo de liga e mesmo processo de manufatura, porém, com diferentes secções transversais. Assim, foram testados instrumentos de secção quadrangular, triangular e de secção triangular modificada (faces do triângulo côncavas). Os testes em torquímetro mostraram haver uma relação exponencial entre dureza e

massa do instrumento nos grupos de secção quadrangular e triangular e uma relação linear no grupo dos instrumentos de secção modificada. Segundo os autores, a relação exponencial entre rigidez e massa é característica também nos instrumentos de aço inox, porém, os valores dos momentos de dobra são bem mais baixos nos instrumentos de níquel-titânio, encorajando seu uso para o preparo de canais curvos. A relação linear encontrada no terceiro grupo foi atribuída à diminuição da massa nos instrumentos mais calibrosos.

Knowles *et al.* (1996) avaliaram os instrumentos LightSpeed quanto à deformação apical. Para tanto, foram preparados 24 molares humanos extraídos com instrumentos de calibres correspondentes aos números 20 a 50 e a ocorrência de transporte apical foi mensurada comparativamente, utilizando as radiografias pré e pós-operatórias. Os estudos indicaram que estes instrumentos trouxeram resultados positivos, mesmo nos casos onde a curvatura atingia ou ultrapassava 20 graus, acrescentando ainda os autores que os preparos com este aparato são notadamente mais rápidos e mais fáceis e pouca ou nenhuma deformação apical pode ser esperada com o seu uso.

Samyn *et al.* (1996) utilizaram molares inferiores extraídos preparados pela técnica escalonada ápico-cervical, para comparar o desempenho das limas K de aço inox e de níquel-titânio quanto à centralização, aumento de área e forma final dos canais preparados com cada um destes instrumentos. As análises foram realizadas com auxílio de um software especializado por meio de fotos digitalizadas de secções transversais dos canais antes e após

o preparo, cortadas a 2 mm do ápice e na altura do início da curvatura. Não foram encontradas diferenças entre os grupos nos quesitos área final pós-preparo e centralização dos canais preparados. Em relação à análise qualitativa de forma, 53% das secções de canais preparados com limas de aço foram classificadas como ovais contra 68% das secções preparadas com limas de níquel-titânio. Os autores atribuíram a não superioridade das limas níquel-titânio, em relação à de aço inox, ao pequeno grau de curvatura dos canais utilizados no estudo e à impossibilidade de pré-curvar os instrumentos de níquel-titânio.

Canalda-Sahli *et al.* (1996) compararam a flexibilidade e a resistência à fratura diante da torção de cinco tipos de instrumentos de secção triangular, sendo dois de níquel-titânio (Nitiflex e Naviflex), um de titânio (Microtitane) e dois de aço inox (Flexofile e Flex-R). Foram testadas duzentas limas de calibres correspondentes aos números 25 a 40 e realizados testes para aferição do momento de dobra, momento de torção e deflexão angular. As limas confeccionadas em níquel-titânio, especialmente a Nitiflex foram os instrumentos mais flexíveis seguidos por Naviflex, Microtitane, Flexofile e Flex-R. Em relação à resistência à fratura, as limas de aço inox mostraram-se as mais resistentes, seguidas das limas Naviflex, Microtitane e Nitiflex. Como conclusão os autores pressupõem que a usinagem das limas de níquel-titânio pode ter contribuído para sua menor resistência à fratura. Deste modo, estes instrumentos seriam ideais para o preparo de canais curvos utilizando movimentos de limagem.

Marsicovetere *et al.* (1996) conduziram estudos morfométricos e morfológicos, por meio de microscopia e de software especializado, nos instrumentos rotatórios de níquel-titânio Lightspeed, utilizando 216 instrumentos dos 18 números (sendo 12 de cada diâmetro). Na análise visual, nenhum dos instrumentos mostrou corrosão, 23 apresentaram porosidades e 12 apresentavam farpas. Os dados da análise morfométrica indicaram que o Lightspeed não é um instrumento com forma definida, mas sim uma série de instrumentos que mostram mudanças graduais em seu tamanho e formato conforme a variação de sua numeração.

Kazemi *et al.* (1996) avaliaram a eficiência de corte e o desgaste de oito tipos e marcas de limas de níquel-titânio. Os testes foram realizados por meio de desgastes em blocos de dentina e de acrílico realizados pelas limas Ultra-Flex Hedström, Ultra-Flex K, Mity Hedström, Mity K, Naviflex Hedström, Mity Turbo, Nitiflex K e Hyflex Hedström acopladas a um dispositivo motor que lhes imprimia movimentos de tração. Os resultados mostraram que em relação à quantidade de dentina excisada, as limas Hyflex-H, Mity H e Nitiflex K obtiveram o melhor desempenho. Os demais instrumentos apresentaram resultados intermediários, sendo a pior performance relacionada aos instrumentos Mity Turbo. Concluíram os autores, pela análise dos resultados obtidos, que as limas de níquel-titânio são pelo menos tão agressivas quanto as limas de aço inox em relação à quantidade de dentina excisada e perdem menos capacidade de corte, fatores que somados às propriedades superelásticas destes instrumentos fariam destes os instrumentos ideais.

Rowan *et al.* (1996) procederam a testes de torção e rotação em limas de aço inox (Flex-R) e de níquel-titânio. Os resultados mostraram que, embora o torque necessário para a fratura seja similar nos dois instrumentos, as limas de aço inox suportam maior rotação horária que anti-horária antes da fratura, enquanto que as limas de níquel-titânio apresentam comportamento oposto.

Gambill *et al.* (1996) utilizaram tomografia computadorizada para comparar os efeitos da instrumentação com limas de níquel titânio e com limas K-Flex na morfologia dos canais dos dentes unirradiculares extraídos preparados. Assim, no primeiro grupo os dentes foram preparados com limas K-Flex, utilizando movimentos de alargamento e limagem. No segundo os mesmos movimentos foram realizados com as limas Mity (níquel-titânio), e no terceiro as limas Mity foram utilizadas para os preparos com movimentos de alargamento. Após as avaliações, os autores concluíram que quando as limas de níquel-titânio eram comparadas com as K-Flex, usando o mesmo tipo de preparo ou não, elas proporcionaram menos transporte e menor quantidade de dentina removida e que a melhor técnica para utilização de limas de níquel-titânio seria a combinação de movimentos de alargamento e limagem, sendo o alargamento utilizado no preparo do terço apical e a limagem utilizada para os dois terços cervicais.

Pallotta & Machado (1996) propuseram-se a mensurar e comparar a flexibilidade de quatro tipos de lima: K-file, Flexofile, Hedstroen e Níquel-Titânio, associando a força que estes instrumentos exercem para voltar à sua posição original, quando submetidos a certa tensão. Para tanto, as

limas eram colocadas em uma prensa de madeira, à qual era acoplado um transferidor com um dinamômetro em sua parte ativa. Este conjunto permitia ao operador transferir ao instrumento diferentes graus de curvatura podendo então ser medida a força que o instrumento oferece para voltar à sua posição original. Este procedimento era repetido até que a lima sofresse deformação permanente. Os resultados mostraram que as limas de nitinol exercem menor força para voltar à sua posição original, seguidas pelas Flexofile, H e K. Somente os instrumentos de nitinol não sofreram deformação permanente para esta amostra. Os autores concluíram também que quanto maior o calibre do instrumento, maior a força que ele exerce para retornar à sua posição inicial.

Harlan *et al.* (1996) compararam a centralização de preparos em canais curvos, utilizando a técnica da força balanceada com auxílio de limas Onyx (níquel-titânio) ou de limas Flex-R. O estudo computadorizado realizado por meio de fotos pré e pós-operatórias de secções transversais dos molares extraídos preparados demonstrou não haver diferença na centralização dos preparos a nível apical, enquanto que na região cervical as limas Flex-R mostraram maior desvio do eixo central dos canais.

Lee *et al.* (1996) descreveram o efeito na dureza superficial de ligas de Nitinol(50% níquel, 50% titânio) utilizadas na manufatura de muitos instrumentos endodônticos após a implantação iônica de boro, visualizando que a dureza desta liga modificada excedeu os valores de dureza superficial das ligas de aço inox, indicando que este material pode ser uma alternativa para produção de instrumentos com maior poder de corte e resistência.

Coleman *et al.* (1996) compararam os preparos escalonados ápico-cervicais de molares inferiores extraídos instrumentados com limas K ou com limas Mity (níquel-titânio) por meio de cortes transversais pré e pós-operatórios analisados via computador com auxílio de imagens digitalizadas, tendo como quesitos a área das secções, a centralização dos canais, o fator de forma e o tempo gasto para a conclusão de cada preparo. A instrumentação com limas de níquel-titânio mostrou significativamente menos transporte e canais mais centralizados nas secções dos terços apicais e cervicais, enquanto que no terço médio, embora com comportamento superior, não demonstrou diferença estatística significativa. Em relação aos quesitos área, fator de forma e tempo de preparo não houve diferenças significativas entre os grupos, concluindo os autores que as limas de níquel-titânio podem oferecer alguma vantagem em relação às limas de aço inox, já que permanecem mais centradas no canal original e desgastam as paredes de maneira mais uniforme.

Chan & Cheung (1996) determinaram os efeitos da instrumentação cérvico-apical utilizando limas K ou limas Mity (níquel-titânio) na forma final dos canais mesiais de molares inferiores extraídos assim preparados. As análises foram realizadas com auxílio de “software” especializado que comparou as secções transversais pré e pós-operatórias para quantificar a quantidade de dentina removida, a espessura das paredes remanescentes e a existência e direção do transporte dos canais. Os resultados mostraram que, embora não tenha havido diferença significativa entre os grupos em nenhum quesito, as limas de níquel-titânio pareceram oferecer uma

instrumentação mais segura, já que provocam menos transporte em relação às áreas de menor espessura dentinária.

Haikel *et al.* (1996) mensuraram a eficiência de corte e o desgaste de cinco tipos de instrumentos manuais, sendo: alargadores K, limas Flexofile, limas Helifile, limas K-Flex e lima Unifile. Os desgastes foram realizados em blocos de resina de conicidade idêntica à dos instrumentos e as condições clínicas de impulsão foram simuladas por um dispositivo motor que realizava movimentos de tração e rotação. As limas Unifile mostraram-se as mais eficientes seguidas pelos instrumentos Flexofile, Helifile, K-Flex e alargadores K, e os autores atribuíram a sua superioridade ao formato de sua secção.

Brau-Aguadé *et al.* (1996) compararam *in vitro* a eficiência de instrumentos manuais K de secção triangular de níquel-titânio (limas Nitiflex e Naviflex), de titânio (Microtitane) e de aço inox (Flexofile e Flex-R). Os instrumentos foram acoplados à um dispositivo motor que lhes transmitia movimentos lineares para o desgaste de blocos de resina. De acordo com os resultados, as limas de aço inox mostraram-se as mais eficientes (fato atribuído à rigidez do metal) e dentre elas a lima Flexofile obteve o melhor resultado (fato atribuído à maneira de fabricação do instrumento). As limas Nitiflex assumiram o terceiro lugar em eficiência seguidas pelas limas Microtitane e Naviflex. Segundo os autores, a combinação de propriedades inerentes à liga, ao desenho das secções e à agudeza das espiras cortantes trouxe tais variações.

Thompson & Dummer (1997 a) estudaram a eficiência dos instrumentos ProFile.04 em 40 canais simulados, analisando o tempo requerido para os preparos, as falhas nos instrumentos, a ocorrência de bloqueio nos canais, a perda do comprimento de trabalho e a forma tridimensional dos canais preparados. Para tanto, foram utilizados canais simulados com curvaturas de 20 a 40 graus que se iniciavam a 8 ou 12 milímetros do orifício dos canais. Os resultados indicaram que o tempo de preparo não foi influenciado pela anatomia dos canais, sendo este dispositivo considerado um meio rápido no preparo endodôntico. Não houve fraturas de instrumentos e as deformações em número substancial podem também ser atribuídas à natureza do modelo experimental ou ao desenho dos instrumentos. Não houve bloqueio dos canais e a perda de comprimento de trabalho foi limitada. As análises morfológicas realizadas por meio de moldagens de silicone dos canais preparados mostraram que, em geral, os canais apresentavam constrictões apicais definidas, lisura e conicidade das paredes.

Novamente Thompson & Dummer (1997 b) discorreram sobre os instrumentos ProFile.04, desta vez abordando a análise morfológica dos canais preparados e descritos no seu trabalho anterior. Para tanto, as imagens microscópicas pré e pós-operatórias foram analisadas com auxílio de software especializado. Desta maneira acharam que não houve a confecção de zips, perfurações nos canais, embora 60% deles apresentassem degraus nas paredes externas. Segundo os autores, foi impossível determinar se esta ocorrência foi devido à sequência de

instrumentação, desenho das limas ou propriedades físicas dos instrumentos, realçando ainda que no terço apical o transporte foi em direção à parede externa das curvaturas, achado que contrasta frontalmente com o padrão de desgaste dos instrumentos de aço inox.

Cimatti *et al.* (1997a) cotejaram a habilidade de modelagem de instrumentos manuais Flexofile e NiTiFlex e rotatórios Lightspeed™ sob a influência de curvaturas de 20° e 40° em canais simulados. Por intermédio de análise computadorizada, os autores concluíram que as Flexofile promoveram transporte apical em sua maioria principalmente nos canais com 40° de curvatura. Quanto às NiTiFlex, não houve transporte nos canais de 20° enquanto os de 40° mostraram discretas alterações. Os instrumentos Lightspeed não promoveram deformações na porção apical independentemente da curvatura do canal.

Cimatti *et al.* (1997b), utilizando instrumentos manuais como Flexofile e NiTiFlex e rotatórios como Lightspeed™, procuraram verificar a influência da flexibilidade dos instrumentos e da curvatura dos canais simulados (20° e 40°) ,utilizados no estudo, no resultado final da modelagem da região da região interna à curvatura. Puderam concluir que a maior angulação dos canais influenciou no resultado final quando do preparo com instrumentos manuais, o mesmo não ocorrendo para os rotatórios. Também foi observado que as limas Flexofile foram responsáveis por maior desgaste na zona de perigo seguidas pelas NiTiFlex e Lightspeed, respectivamente.

Garcia *et al.* (1997) avaliaram, em canais simulados de curvaturas acentuadas, a formação de zip apical e o desempenho dos instrumentos quando do preparo com Flexofile e NiTiFlex. Como resultado, afirmaram que não houve presença de zip em nenhuma das duas técnicas. Os resultados apresentados pelos instrumentos de níquel-titânio foram superiores no que se refere a um desgaste mais preciso e adequado dos canais simulados. Quanto ao desempenho das limas, as Flexofile foram seguras até #25 a partir do qual apresentavam alterações na forma do instrumento, enquanto as NiTiFlex até #35 não modificaram sua conformação.

Pruett *et al.* (1997), em testes de fadiga cíclica, avaliaram o efeito da curvatura do canal e da velocidade operatória na fratura dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio Lightspeed. Em rotações de 750, 1300 e 2000 rpm não houve alterações no número de ciclos necessários para a fratura dos instrumentos. Já a angulação e o raio de curvatura dos canais a serem preparados afetaram diretamente a sua fadiga, sendo que os maiores ângulos de curvaturas combinados com mudanças abruptas de direção ofereceram maior perigo de fratura aos instrumentos.

Tucker *et al.* (1997) utilizaram 22 raízes mesiais de molares inferiores humanos extraídos, para avaliar a planificação das paredes dentinárias, quando do preparo dos espécimes utilizando limas Flexofile e instrumentação escalonada ápico-cervical ou utilizando instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NT sensor). Após análise microscópica e morfométrica computadorizada de secções a 1, 2.5 e 5 mm do comprimento

de trabalho, os resultados mostraram não haver diferença na planificação oferecida pelos instrumentos testados em nenhum dos níveis observados.

Wolcott & Himel (1997) realizaram testes de torção utilizando os instrumentos K (conicidade 02), instrumentos de níquel-titânio tipo U (conicidade 02) e instrumentos de níquel-titânio tipo U (conicidade 04) de calibres correspondentes aos números 15, 25 e 35, avaliando o torque máximo, o torque no momento da fratura e a deflexão angular. As limas K não demonstraram diferenças significativas entre as duas medidas de torque, entretanto, os instrumentos de níquel-titânio revelaram diferenças marcantes neste quesito, o que, segundo os autores, pode significar segurança clínica já que o operador será capaz de detectar a deformação plástica destes antes de sua fratura. Em relação à deflexão angular, os instrumentos de níquel-titânio (conicidade 02) mostraram-se superiores aos demais demonstrando suportarem maiores graus de rotação antes de fraturarem.

Coleman & Svec (1997) confrontaram a instrumentação de canais simulados utilizando limas K de aço inox e de níquel-titânio em preparos escalonados ápico-cervicais de 40 canais que posteriormente foram seccionados em 3 níveis e tiveram essas imagens estudadas por meio de análise computadorizada para mensuração de área, transporte e morfologia. Os resultados indicaram que os instrumentos de níquel-titânio causaram significativamente menos transporte e permaneceram mais centralizados, quando analisado o nível apical. A área de desgaste foi significativamente maior no terço médio dos canais preparados com instrumentos de aço inox e

a forma em análise transversal não denotou variação entre os grupos. Acrescentaram ainda, os autores, que os preparos com instrumentos de níquel-titânio são significativamente mais demorados.

Pesce *et al.* (1997) compararam morfológicamente, por meio de diafanização, os preparos seriados realizados com limas K ou com limas Flexofile em raízes de molares superiores extraídos, concluindo que nos preparos com limas Flexofile houve um menor índice de desvio apical e uma maior porcentagem de canais com formato cônico contínuo.

As informações obtidas na revista da literatura pertinente, destaca-se a necessidade de novos ensaios dado a grande importância deste tema e as dificuldades encontradas visto que estas não foram sanadas.

### **3. PROPOSIÇÃO**

Diante do exposto, é proposta do presente estudo avaliar, à luz da computadorização, as alterações de ordem morfométrica ocorridas na porção apical de canais simulados preparados com os sistemas: ProFile.04, Lightspeed e ProFile.04 associado à técnica cérvico-apical realizada com o auxílio de brocas Gates-Glidden.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Material**

- ⇒ Brocas Lightspeed™ (Lightspeed Technology Inc – San Antonio - Texas);
- ⇒ Brocas Gates-Glidden #1, 2 e 3 (Maillefer. Ballaigues, Swiss);
- ⇒ Brocas ProFile®.04 e .06 (Dentsply – Maillefer . Ballaigues, Swiss);
- ⇒ Câmara de video Tamakon Fotovix;
- ⇒ Cânulas metálicas para aspiração 40:20 e 40:10 (Ibras - CBO. Ind. Cirúrgica e Óptica S.A., Campinas. São Paulo);
- ⇒ Computador 386 com placa Iris-16 (Microimagem);
- ⇒ Cones de prata (Silver points - Maillefer. Ballaigues, Swiss);
- ⇒ Contra ângulo – W&H (Dental Werk Bürmoos Ges.m.b.H., Austria);

⇒ Creme de Endo-PTC (curativo PTC – Botica Ao Veado D'Ouro – São Paulo)

Fórmula segundo Paiva & Antoniazzi (1991)

Peróxido de Uréia	10%
Tween 80	15%
Carbowax (veículo)	75%;

⇒ Cubetas de acrílico transparente para espectrofotômetro Sygma - 28mm de comprimento;

⇒ Desmoldante (B-14, Resipox Ltda, São Paulo – SP);

⇒ Disquetes 3<sup>1/2</sup> (Maxell – Fair Lawn, NJ – USA);

⇒ Impressora Epson – modelo LQ 570 (Hewlett Packard);

⇒ Intermediário metálico para aspiração (Metalúrgica Fava, São Paulo);

⇒ Limas tipo K (Maillefer. Ballaigues, Swiss );

⇒ Monitor Sony modelo Trinitron com placa IRIS 16 (micro imagem);

⇒ Motor – TC-Motor 3000 (Nouvag®AG – Goldach – Switzerland);

⇒ Programa GMC 7.0 (Desenvolvido pelo Prof. Dr. Geraldo Maia Campos USP – Ribeirão Preto);

⇒ Resina de Poliéster (Resapol T-208 – Outline Fiberglass – São Vicente – São Paulo);

- ⇒ Seringa Plástica de 10ml (Plastipak - Becton & Dickinson Ind. Cir. Ltda - São Paulo);
- ⇒ Sistema ProFile<sup>®</sup>.04 (Dentsply – Maillefer . Ballaigues, Swiss);
- ⇒ Software Diracon 3, desenvolvido no LIDO (Laboratório de Informática Dedicado a Odontologia da Universidade de São Paulo);
- ⇒ Solução de Milton - hipoclorito de sódio a 1% de Sódio (Merrel Lepetit Farm. Ltda. São Paulo);
- ⇒ Tinta nanquim (Faber Castell - Lápis Johan Faber S/A São Carlos, São Paulo);

#### **4.2. Métodos**

Para o presente estudo foram utilizados trinta blocos de resina com canais artificiais confeccionados de acordo com Machado (1993), posteriormente preenchidos com tinta nanquim e posicionados, um a um, na base de uma câmara de vídeo. Para captação das imagens realizou-se o ajuste da distância focal. Este procedimento teve o auxílio de uma escala milimetrada posicionada na base da câmara, onde o zoom era acionado até os limites do foco englobassem 8 mm no sentido vertical. A esta altura, a câmara era acoplada ao conjunto computador com o “software” Diracon 3 e monitor. Os resultados referentes à área, perímetro e fator de forma eram

transcritos numa impressora sendo que as medidas realizadas englobavam somente a região apical.

Os blocos foram divididos em três grupos com 10 canais simulados, de acordo com o tipo de preparo a ser realizado.

**Grupo 1** – Sistema Lightspeed – instrumento rotatório em NiTi com ponta ativa de tamanho reduzido e haste não cortante. A velocidade utilizada foi 2000 rpm.

Após o preparo prévio da porção cervical com brocas Gates Glidden #1, 2 e 3, determinou-se o comprimento de trabalho (CT), no qual a lima K #15 instrumentou inicialmente o canal.

Na seqüência, com o instrumento Lightspeed #20, mediante ligeira pressão apical e movimentos de vai e vem, atingiu-se o CT, recuando-se em seguida com o motor acionado. Tal cinemática foi repetida com os instrumentos seqüenciais # 22.5, 25, 27.5, 30, 32.5, 35, 37.5 e 40. Este último foi considerado o instrumento MAR (Master Apical Rotary – instrumento de maior diâmetro que trabalhará no CT). A partir daí, realizou-se o preparo ápico-cervical com instrumentos de maior calibre como o #40, seqüencialmente recuando 1mm para cada um. O preparo foi finalizado com o instrumento #65, seguido da recaptulação do CT com lima K #15 para a remoção de possíveis aparas de resina deixadas dentro do canal.

**Grupo 2** – Sistema ProFile.0.4 – em rotação constante de 250 rpm. Sendo a técnica utilizada a cervico-apical, o preparo foi iniciado com o instrumento ProFile.04 #25 introduzido até 2/3 do comprimento do canal. O

movimento empregado foi ligeira pressão apical até que alguma resistência fosse notada, o que indicava o momento da troca do instrumento pelo de #30. Feito isto, instrumentou-se com ProFile #20 porém num comprimento maior que 2/3 do canal. Em seguida, realizou-se a odontometria com lima K determinando-se o comprimento de trabalho. Neste foram utilizadas as brocas ProFile # 15, 20, 25, 30, 35 e 40, seqüencialmente realizando o preparo da região apical.

**Grupo 3** – técnica cérvico-apical com Gates Glidden associada ao Sistema ProFile.04. O preparo com ProFile.04 foi associado à técnica cérvico-apical proposta por Machado (1993). Inicialmente realizou-se a exploração do canal com lima K #15 até o comprimento real de trabalho, seguida do uso de broca Gates-Glidden #1 acoplada a um contra-ângulo regulado em baixa velocidade. A cinemática aplicada era composta de leve pressão apical, movimento de vai e vem e pressão em direção à parede externa da curvatura denominada, também, zona de resistência. Quando a broca se apresentava livre no interior dos canais, o mesmo procedimento era realizado com a #2 retornando-se, em seguida, à #1. Neste ponto, observava-se que, com uma leve pressão apical, o instrumento penetrava com facilidade até parar no início da curvatura. Assim sendo, as brocas tiveram ação restrita às porções cervical e média. À porção apical foi reservado o preparo com ProFile.04, iniciado com instrumento #20 e finalizado com #40.

Em todos eles, durante a instrumentação, foi empregado creme de Endo-PTC neutralizado por líquido de Dakin com constantes renovações, segundo a técnica de Paiva & Antoniazzi (1991).

Findos os preparos, os canais foram preenchidos novamente com tinta nanquim preta quando, então, novas medidas foram obtidas, seguindo a metodologia anteriormente descrita.

Portanto, as aquisições de todas as imagens dos canais artificiais foram feitas antes e depois de seus preparos e arquivadas em disquetes. As regiões estudadas eram representativas da porção apical, isto é, media-se 4mm do fim do canal em direção ápico-cervical (Figuras 1 a 4). O sentido da análise foi, de forma semelhante ao perfil encontrado em dentes naturais, vestibulo-lingual.

As imagens congeladas permitiram a comparação das formas pré e pós-preparo em uma mesma tela.

O procedimento usual na análise de imagens é a subtração de diferentes tonalidades de cor. Assim sendo, a imagem enegrecida pela tinta Nankin contrastava com o fundo âmbar da tela e, através de um retângulo de linhas azuis que serve de amostragem para subtração total, iniciava-se esta fase.

Por meio de uma seleção conveniente dos tons de cor, as imagens dos canais simulados eram reconstruídas, mantendo a subtração dos tons do monitor e eliminando, desta forma, todas as imagens que não compunham sua estrutura (Figuras 5 a 8).

Certificadas as estruturas a serem estudadas, o perímetro era calculado subtraindo-se a figura marcada em azul e a área, subtraindo-se a figura marcada em vermelho. De posse destes resultados calculava-se o fator de forma que é a relação entre a área e o perímetro obtida a partir da equação:

$$Ff = 4.\pi.\text{área} / \text{perímetro}^2$$

De posse dos resultados, para cada medida foi calculada a diferença antes e após o preparo. Os valores obtidos foram tabulados e sofreram adequado tratamento estatístico com nível de significância de  $\alpha=0,05$  (5%).

## **5. RESULTADOS**

Os valores encontrados quando do cálculo da área dos grupos Lightspeed, ProFile.04 e ProFile.04/Gates-Glidden do experimento são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3 do Apêndice.

À sua vez, as Tabelas 4, 5 e 6 contêm os valores do cálculo dos perímetros dos grupos Lightspeed, ProFile.04 e ProFile.04/Gates-Glidden, que se encontram no Apêndice.

As Tabelas 7, 8 e 9 mostram os valores quanto ao fator de forma destes mesmos grupos, localizadas também no Apêndice.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, o que resultou em curvas normais para área e fator de forma, as quais se encontram nos Anexos 1 e 3, respectivamente. Quando da análise do perímetro, a curva se apresentou como não normal (Anexo 2).

Diante disto, realizou-se a análise de variância para área e fator de forma (Anexos 4 e 6) e Teste de Kruskal-Wallis para perímetro (Tabela 5.4 - Resultados).

Na Tabela 5.1 encontram-se os valores das médias e desvios-padrão dos cálculos achados na área, quando da instrumentação dos blocos de resina pelas técnicas com Lightspeed, ProFile.04 e ProFile.04/Gates-Glidden. Estas medidas têm seus cálculos registrados nos Anexos 6 a 8.

**TABELA 5.1 - Média e desvios-padrão das medidas da área, pelas técnicas com Lightspeed, ProFile.04 e ProFile.04/Gates-Glidden.**

<b>TÉCNICA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>DESVIOS PADRÃO</b>
Lightspeed	159,88	17,81
ProFile.04	167,88	34,81
ProFile.04/Gates-Glidden	155,14	11,70

Ainda com relação à análise da área, a Tabela 5.2 encerra o teste de Tukey com  $\alpha=5\%$ , que mostrou não haver significância na diferença do tipo de instrumentação (os cálculos se encontram no Anexo 9).

TABELA 5.2 - Teste de Tukey para fator: área

Área	Média	significância	Valor crítico 5%
Lightspeed	159,88	a	26,16
ProFile.04	167,88	a	
ProFile/Gates-Glidden	155,14	a	

letras iguais não significante para  $\alpha= 0,05$

Na Tabela 5.3 encontram-se os valores das médias dos cálculos achados no perímetro, quando da instrumentação dos blocos de resina pelas técnicas com Lightspeed, ProFile.04 e ProFile.04/Gates-Glidden. Estas medidas têm seus cálculos registrados nas Tabelas D, E e F (Apêndice).

TABELA 5.3 - Média das medidas do perímetro pelas técnica com Lightspeed, ProFile.04 e ProFile.04/Gates-Glidden

TÉCNICA	MÉDIA
Lightspeed	4597,64
ProFile.04	4253,46
ProFile.04/Gates-Glidden	4402,80

Relativamente ao perímetro, a Tabela 5.4 encerra o teste estatístico de Kruskal-Wallis onde não houve diferenças significantes entre os Sistemas analisados.

**TABELA 5.4 – Teste de Kruskal-Wallis para fator: perímetro**

TESTE DE KRUSKAL-WALLIS	
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado	: 2.9452
Valor do $\chi^2$ para 2 graus de liberdade	: 2.95
Probabilidade de Ho para esse valor	: 22.93%
Não-significante ( $\alpha > 0,05$ )	

Na Tabela 5.5 encontram-se os valores das médias e desvios-padrão dos cálculos achados no fator de forma, quando da instrumentação dos blocos de resina pelas técnicas com Lightspeed, ProFile.04 e ProFile.04/Gates-Glidden. Estas medidas têm seus cálculos registrados nos Anexos 15 a 17.

**TABELA 5.5 - Média das medidas do fator de forma para as técnicas com Lightspeed, ProFile.04 e ProFile.04/Gates-Glidden**

<b>TÉCNICA</b>	<b>ÁREA</b>	<b>DESVIOS-PADRÃO</b>
Lightspeed	0.078	0.0184
ProFile.04	0.120	0.0305
ProFile.04/Gates-Glidden	0.100	0.0087

Analisando o fator de forma na Tabela 5.6, o teste de Tukey com  $\alpha=5\%$  mostrou haver significância estatística entre os Lightspeed e ProFile.04 (valores calculados no Anexo 13).

TABELA 5.6 Teste de Tukey para fator: fator de forma

Fator de Forma	Média	significância	Valor crítico 5%
Lightspeed	0.078	a	0.022
ProFile.04	0.120	b	
ProFile/Gates-Glidden	0.100	a,b	

letras diferentes significante para  $\alpha = 0,05$

O local referente aos cálculos de perímetro e área das regiões apicais bem como o sentido de análise selecionado nos canais simulados para o presente estudo podem ser observados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

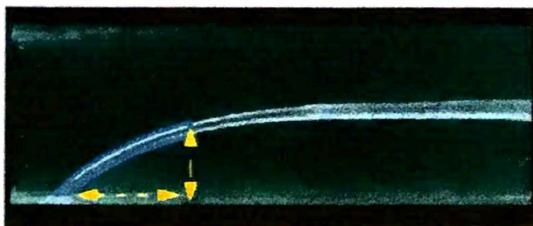


Figura 1 - Seleção da região a ser calculado o perímetro

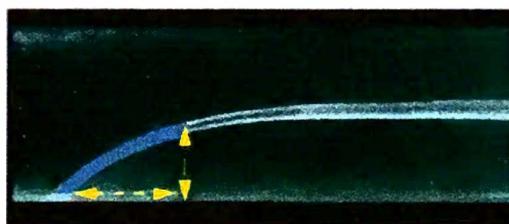


Figura 2 – Marcação em azul onde é calculado o perímetro

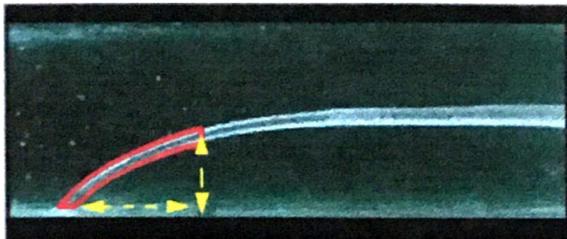


Figura 3 - Seleção da região a ser calculada a área

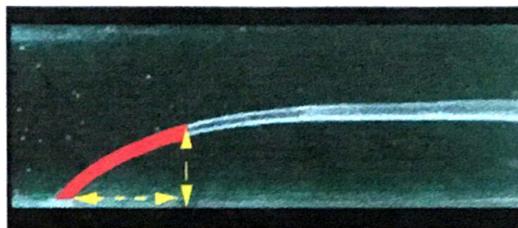


Figura 4 - Marcação em vermelho da região onde é calculada a área

Os preparos realizados nos canais simulados com as diferentes técnicas podem ser observados nas Figuras 5, 6, 7 e 8.

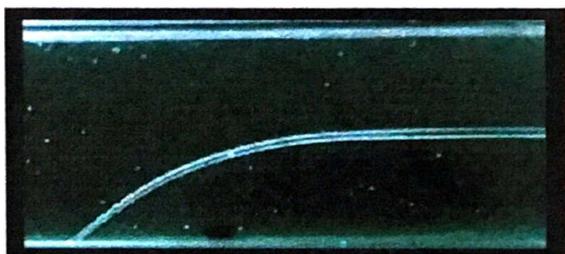


Figura 5 - Canal simulado antes de seu preparo

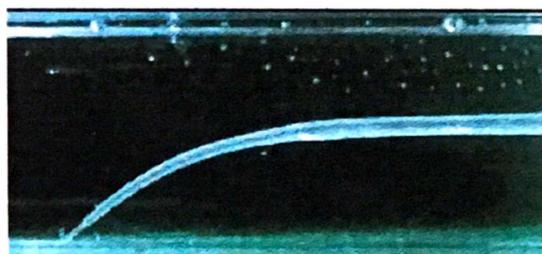


Figura 6 - Canal simulado preparado com Lightspeed

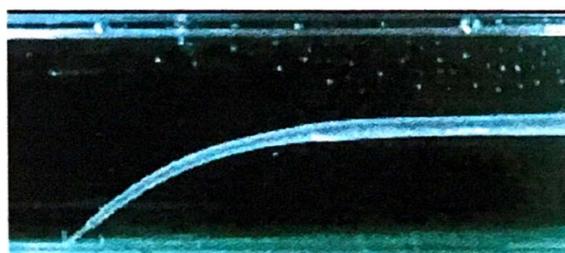


Figura 7 - Canal simulado preparado com o sistema ProFile.04

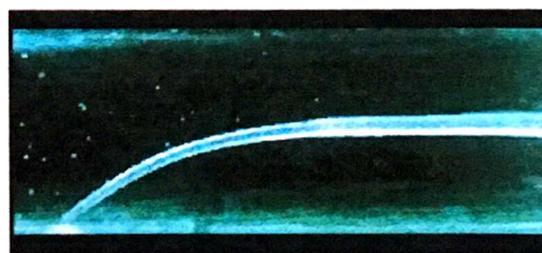


Figura 8 - Canal simulado preparado com ProFile04/ Gates-Glidden

Os resultados expressos em forma de gráfico de barra referente à todas as propriedades analisadas podem ser aqui observados.

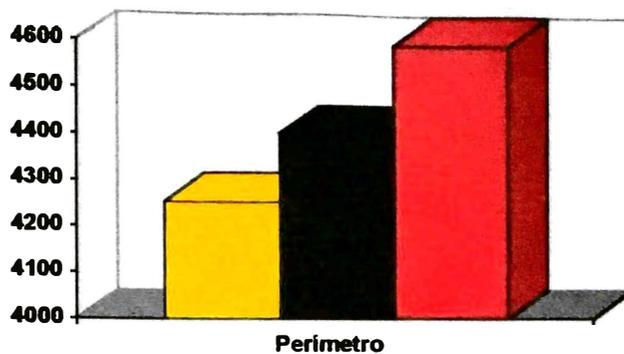


Figura 9 - Representação gráfica da média dos valores referentes ao perímetro

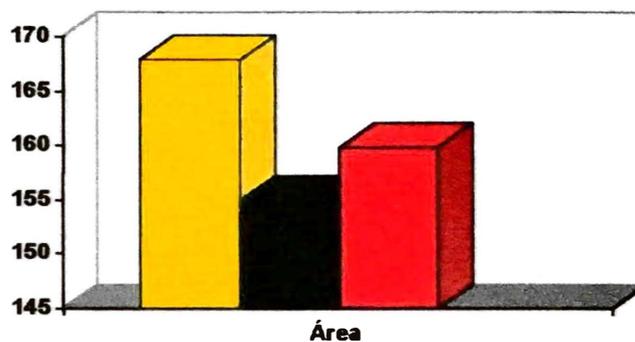


Figura 10 - Representação gráfica da média dos valores referentes à área

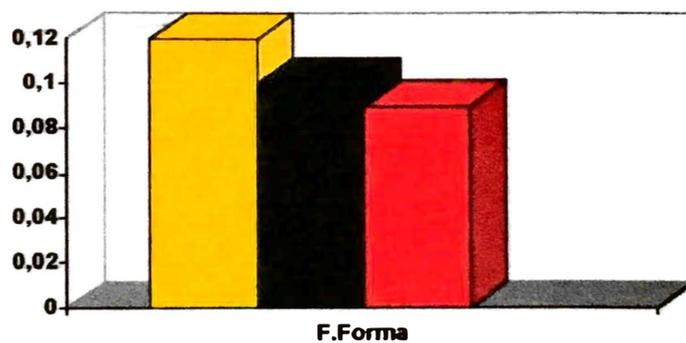


Figura 11 - Representação gráfica da média dos valores referentes ao fator de forma



## **6. DISCUSSÃO**

A terapia endodôntica tem por finalidade solucionar os problemas advindos de estímulos externos que, dependendo da sua intensidade e frequência, poderão ocasionar alterações que se manifestarão no órgão pulpar e tecidos periapicais adjacentes.

Claro está que, em muitos casos, esta especialidade da Odontologia vez por outra é requisitada com o objetivo de participar da solução de questões relacionadas com a estética e a funcionalidade do órgão dental.

Dentre as etapas que constituem a terapia endodôntica, ressalta-se a fase do preparo químico-cirúrgico do sistema de canais radiculares .

O conjunto de procedimentos executados pelo operador deve possuir como objetivos fundamentais: a sanificação e a modelagem.

A sanificação está relacionada com as alterações de ordem patológica, presença de resíduos ou sujidades e microrganismos incidentes no espaço pulpar e, conseqüentemente, no seu sistema de canais radiculares. Para que seja cumprida esta proposta, é necessário que

estejam associadas as ações de instrumentos e substâncias químicas criadas para este fim.

A par desta temática vários são os fatores a serem observados, dentre eles o conhecimento adequado da anatomia dental interna e suas possíveis variações. Outra circunstância que merece destaque é o diagnóstico preciso da condição da polpa e as influências de ordem microbiana pertinentes. Estas condições são fundamentais para que se possa atingir os objetivos almejados.

Esta proposta tem o seu início no esvaziamento e sua conclusão no preparo dos canais radiculares. Tal fato se dá pela sua seqüência mais íntima que fôra iniciada na manobra de pulpectomia nos dentes portadores de polpa viva, ou ainda, na continuidade de limpeza iniciada no procedimento de penetração desinfectante, nome dado ao esvaziamento de canais que apresentam seu conteúdo pulpar necrosado. Todavia, em todas as situações descritas, a presença de resíduos constitui fator negativo para que se logre o êxito a ser alcançado. Assim sendo, muitos são os procedimentos, quer sejam relativos à técnica quer ao uso de instrumentos empregados para a solução desta questão.

Diante desta problemática, as técnicas escalonadas encontram suas justificativas, como pode ser observado nos ensaios de Coffae & Brilliant, Bolanos & Jensen (1980) Weller *et al.* (1980), Goodman *et al.* (1985), Goldman *et al.* (1988) e Walker & del Rio (1989)., sendo que Antón & Machado (1996) em seus resultados demonstraram que, no grupo onde o preparo utilizou brocas Gates Glidden pôde ser observado uma limpeza

significativamente maior do conteúdo contido no interior dos canais. Os autores salientam que esta situação não é dependente da ação de corte da broca propriamente dita pois, em canais achatados, sua ação ocorre apenas nas paredes proximais. Todavia, a atuação deste instrumento nos terços cervical e médio permitiu que as limas utilizadas posteriormente agissem com maior eficiência e intimidade no interior dos canais radiculares avaliados. Ademais, fatos positivos podem ser acrescentados como a menor extrusão de debris pelo ápice como demonstram os trabalhos de Myers & Montgomery (1991) e Daniel *et al.* (1996). Entretanto, os recursos mecânicos existentes até então deixavam muito a desejar como pode ser observado nos resultados encontrados por Klayman & Brilliant (1975) e Turek & Langeland (1982).

A par das dificuldades existentes para se conseguir uma boa limpeza, destaca-se um outro fato de extrema relevância no preparo cirúrgico dos canais radiculares, que é a modelagem.

Esta condição é obtida por meio da ação dos instrumentos endodônticos nas paredes dos canais radiculares sendo que este procedimento está relacionado com a obtenção de uma forma geométrica cilíndrico-cônica que visa a acomodar os cones de guta-percha na manobra de obturação do canal radicular. Claro está que a transformação do canal anatômico existente em um canal cirúrgico é fundamental, visto que ainda não possuímos técnicas de obturação que se adaptem às diferentes conformações radiculares necessitando, portanto, modificá-lo a fim de receber o material obturador.

Este procedimento não é tão simples, exigindo destreza por parte do profissional operador além de existirem muitas variáveis que terminam por influenciar a ação do instrumento no interior do canal radicular. Perante esta temática, Vessey (1969) comparou as ações de limagem e alargamento demonstrando que quando se pretende tomar a secção do canal circular, o movimento a ser aplicado é o de alargamento. Em continuação a isto, Jungmann *et al.* (1975) relataram que, quando do uso de peças de mão, tal como o Giromatic no preparo de canais, podem ser observadas deformidades na região apical.

Entretando, a modelagem requer maiores cuidados quando estamos na presença de canais curvos. Nestes casos a dificuldade está relacionada às tensões de alavanca incidentes no instrumento. Estas forças são originárias da própria anatomia dental interna com trajeto sinuoso o que pode desencadear esforços responsáveis por dificultar sobremaneira a homogeneidade de contato do instrumento às paredes dentinárias gerando, como consequência, deformações na forma primitiva do endodonto. Essas alterações de forma, além de propiciarem trauma nos tecidos vivos das regiões apicais circunvizinhas, impossibilitam a concessão de uma forma cônica nesta região radicular. E, por fim, as alterações ocorrentes neste local terminam por comprometer a qualidade final da obturação.

Estas deformidades já foram salientadas desde os trabalhos de Schneider (1971) que, comparando a circularidade do preparo em canais retos e curvos, demonstrou a dificuldade de estabelecimento desta propriedade. Ao mesmo tempo, Weine *et al.* (1975), estudando preparos em

canais artificiais curvos, verificaram a presença de desvios na região apical durante a instrumentação sugerindo, assim, desgastes no corte do instrumento na parede contrária à curvatura. As dificuldades em se cumprir a modelagem continuaram a ponto de Ingle & Beveridge (1976) relatarem suas preocupações quanto ao preparo de canais curvos devido ao registro de um alto índice de degraus e perfurações quando da abordagem destes condutos. Estes autores salientaram, de maneira enfática, a necessidade de se pré-curvar o instrumento antes de seu uso. Ademais, Paiva & Antoniazzi (1991) sugerem uma cinemática onde são aplicados movimentos de tração para melhor modelagem dos canais. Estes acidentes foram também observados por Stadler *et al.* (1986), Caldwell (1976), Pesce *et al.* (1986), Alodeh & Dummer (1989)

Diante das limitações que as técnicas convencionais apresentam na abordagem de canais curvos, novas propostas foram introduzidas no sentido de se obter um melhor preparo cirúrgico do endodonto. Dentre as dificuldades ressalta-se o fato de que os instrumentos mais calibrosos e, portanto, menos flexíveis não poderiam trabalhar na frágil região apical mesmo porque, além da perda da flexibilidade, é na ponta destes instrumentos que estão acumuladas as tensões adquiridas durante o trajeto sinuoso desde sua entrada no canal até seu posicionamento na região apical.

Com este espírito foram desenvolvidas as assim chamadas técnicas escalonadas, onde a diferença mais marcante em relação à técnica denominada seriada convencional repousa na alteração do comprimento real

de trabalho durante o preparo. As técnicas seriadas convencionais têm seu início na região apical por meio de um instrumento escolhido por apresentar uma sensação de travamento. Este fato sugere que o mesmo esteja adaptado e, portanto, exercendo sua ação propriamente dita. Isto posto, todos os demais instrumentos são utilizados no mesmo comprimento real de trabalho guardando uma seqüência rítmica. Já nas técnicas escalonadas, durante o preparo cirúrgico, os instrumentos alteram seu comprimento de trabalho, sendo alguns utilizados na região apical, outros em terço médio e finalmente outros na região cervical.

Dentre as técnicas escalonadas, poderíamos dividi-las em dois grandes grupos, a saber: as ápico-cervicais e as cérvico-apicais. As diferenças entre elas estão estabelecidas no sentido do início de seus preparos. Enquanto a primeira é iniciada na porção apical, a segunda tem seu início no terço cervical.

A superioridade destas técnicas, no que concerne à qualidade de preparo e manutenção da região apical promovendo menores deformações, é demonstrada por Walton (1976), Mullaney (1979), Abou-Rass *et al.* (1980), Fava (1983), Taylor (1984), Melo & Sydney (1990) e Machado (1993).

Assim, a partir dos resultados qualificados como satisfatórios, obtidos pelas técnicas escalonadas e a intimidade destas abordagens, os instrumentos rotatórios passaram a ser utilizados nos preparos, com o intuito de agir principalmente nas porções cervical e média do canal radicular. Claro está que seu uso é possível pelo fato de trabalharem em uma região reta ou de curvatura discreta. A conseqüência de seu trabalho pode ser

verificada positivamente por meio de preparo da entrada do conduto melhor definido, além da retificação parcial destas regiões radiculares. Estas vantagens auferidas serão traduzidas na diminuição de tensões de flexão produzidas oriundas nas regiões de curvatura e, desta maneira, permitirão um acesso melhor dos instrumentos endodônticos no terço apical além de propiciar um maior conforto para o operador. Estes recursos puderam ser avaliados por meio dos ensaios executados por Abou-Rass & Jastrab (1982), Goerig *et al.* (1982), Leeb (1983), Canzani (1984), Roane *et al.* (1985), Sakurai-Fuse *et al.* (1986), Lévy (1987), Camps *et al.* (1990), sendo que Machado (1993), valendo-se da computação gráfica e observando fatores tais como área, perímetro e fator de forma, demonstrou que a técnica cérvico-apical, a que associa as brocas Gates-Glidden à instrumentação com limas na porção apical, não só provocou menor deformidade ao longo de todos os terços analisados como também não demonstrou diferença significativa entre a área e o perímetro do canal artificial. Desta maneira, o preparo realizado é uniforme em todo o conduto. Finalmente Saunders & Saunders (1994), utilizando dentes naturais, demonstraram a eficiência destes instrumentos quando comparados ao preparo manual usando Flexo-Gates e Canal Master U.

Entretando, seu uso, como o de qualquer outro tipo de recurso auxiliar, necessita de treinamento e cuidados por parte do operador.

Em relação a estes fatos podemos observar as análises realizadas por Abou-Rass *et al.* (1982) que relataram o desgaste excessivo da parte interna da curvatura denominanda de zona de fragilidade encontrada

principalmente nas raízes mesiais de molares inferiores. Estas áreas devem ser observadas pelo profissional a fim de evitar perfurações e demais acidentes, decorrentes do uso indiscriminado dos instrumentos. Esposam esta questão Kessler *et al.* (1983) e Lim & Stock (1987), sendo que autores como Isom *et al.* (1995) recomendam o uso de dilatadores manuais para o preparo da entrada de canais em lugar das brocas Gates Glidden, objetivando remover menor quantidade de dentina.

Claro está que o uso das brocas Gates-Glidden como auxiliares do preparo dos canais radiculares é fundamental pois estará facilitando toda manobra de instrumentação restante, permitindo muitas vezes que instrumentos manuais de maior calibre penetrem na região apical, como demonstram os trabalhos de Machado *et al.* (1997). Como consequência, a região apical poderá ser dilatada com instrumentos mais calibrosos sem que seja instalada uma deformação, obtendo, desta maneira, melhor rendimento do binômio limpeza-desinfecção que é o objetivo máximo desta etapa da terapia endodôntica.

Para mais, sistemas foram desenvolvidos com o objetivo de minimizar o estresse e a habilidade necessários ao operador que realiza este tipo de procedimento, sendo que nem sempre os resultados almejados foram alcançados. Do estudo de inúmeros trabalhos que os analisaram, salientamos o de Jungmann *et al.* (1975), Weine (1976), Spyropoulos *et al.* (1987), estes autores determinam com muita propriedade os limites destes sistemas

Na busca de uma instrumentação realizada com a parceria mecânica, Wildey & Senia (1989) desenvolveram instrumento que apresentava pequena área de corte na sua parte ativa mostrando-se, desta maneira, como uma grande guia de penetração. Tal estratégia tinha como objetivo manter o preparo no centro dos canais. A princípio o instrumento foi acoplado ao Giromatic, e em seus resultados foi observado decréscimo considerável de deformidades na região apical.

Independentemente das limitações encontradas, fatores positivos até esta época foram destacados tais como o tempo de trabalho como demonstram Hill & del Rio (1983). Todavia, a grande problemática que constantemente recaía sobre estes sistemas estava associada à total ausência de controle do operador. Uma de suas manifestações era verificada por transportes e deformidades na região apical, bem como pelo alto índice de fratura dos instrumentos utilizados.

Diante disto, tornou-se claro que esses sistemas necessitariam ser melhor desenvolvidos, dado a grande dificuldade técnica desta etapa já mencionada.

Nesta mesma linha, Lévy (1984) demonstrou que, por meio de um conjunto onde o contra-ângulo desenvolve movimentos longitudinais de amplitude variável associados a uma certa liberdade de rotação conduzida pela inclinação das espiras, os preparos são harmoniosos e há ausência de fraturas das limas utilizadas. A eficiência do Sistema Canal Finder pode ser constatada também pelos trabalhos de Maalouf *et al.* (1987), Goldman *et al.*

(1987), Sedell (1989), Gilles & del Rio (1990), nos quais não foram observados transportes na região apical.

Entretanto, os trabalhos de Sedell (1989) e Petschelt (1989) demonstraram que o preparo com o Sistema Canal Finder é de boa qualidade mas, nos casos de canais atresiadados, os autores preferem que o terço apical seja instrumentado com limas em ação manual. Já Campos & del Rio (1990) verificaram a presença de transportes na região apical relatando que os preparos manuais apresentaram uma melhor qualidade.

Diante de tantos relatos, um dos trabalhos mais significativos que se valeu deste tipo de recurso é o do próprio Lévy (1990) que avaliando, após quatro anos de uso, relatou que o sistema é bom no que se refere à ausência de transportes na região apical e, em contraposição, os maiores problemas observados eram relativos a fraturas e também a perfurações.

Dentre outros recursos utilizados, podemos também salienta o uso de aparelhos acionados a energia sônica ou ultra-sônica. Muitos foram os ensaios realizados no sentido de avaliar a eficiência que estes recursos propunham, a fim de solucionar os problemas desta etapa da terapia endodôntica. Entretando, na revista da literatura podemos observar a superioridade das técnicas manuais no que se refere à limpeza como demonstram os ensaios de Barnett *et al.* (1985), Reynolds *et al.* (1987) e Baker *et al.* (1988). Quanto aos estudos de deformidades no conduto radicular, as técnicas manuais mostraram-se superiores às sônicas e ultra-sônicas, como podem ser observadas a exemplo de Haidet *et al.* (1989),

Yahya & Eldeeb (1989), Loushine *et al.* (1989), Ahmad & Pitt Ford (1989) e Luiten (1995).

Tais fatos encontram fatores positivos nas observações efetuadas por Ehrlich *et al.* (1989), Walsh *et al.* (1990), Gutiérrez & Garcia (1968) e Langeland *et al.* (1985). Entretanto, estes ensaios acabaram por determinar as limitações de técnicas e instrumentos relativos à limpeza do sistema de canais radiculares.

Diante de tais dificuldades, mudanças nas técnicas fizeram-se necessárias na tentativa de minimizar as deformações anteriormente descritas. No entanto, não só as técnicas como também os instrumentos sofreram transformações para tentar reverter esta situação.

Dentre as alterações propostas, Sabala *et al.* (1988) avaliaram a performance de um instrumento com ponta arredondada que se propõe a minimizar estes acidentes e acabaram por concluir que a lima Flex-R e a Flexofile produzem um preparo de melhor qualidade, com menos transporte. Este fato pôde ser confirmado por Bastos Filho *et al.* (1990), Leseberg & Montgomery (1991), Al-Omari *et al.* (1992), Zmener & Marrero (1992), Pesce *et al.* (1997), Miserendino *et al.* (1988) e Roig-Cayón *et al.* (1994), Melo *et al.* (1988) e Melo *et al.* (1992). Com respeito a propriedade de torção das brocas utilizadas, Luebke & Brantley (1991) observaram não existir diferenças entre as brocas Gates-Glidden fabricadas pela Brassler e Maillefer.

Entretanto estudos foram executados com vistas a utilização de outras ligas metálicas e dentre os ensaios que avaliaram a elasticidade de fios elaborados com liga de níquel-titânio (NiTi), os estudos de Andreasen & Morrow (1978) relataram que este material apresenta maior elasticidade e menor tendência à deformação, liberando aparentemente menos energia acumulada. Estes resultados foram corroborados por Lopez *et al.* (1979) e Burstone & Golderb (1980).

Dentro desta visão, passaram a ser fabricados instrumentos endodônticos com este material, devido à grande flexibilidade existente em decorrência do núcleo de suas moléculas ser três vezes menor que o do aço inox. Assim sendo, Serene *et al.* (1995) confirmaram que as limas de NiTi eram bem mais flexíveis além de apresentarem menores deformações. Outra propriedade que pôde ser verificada foi a presença de um grau de dureza menor quando comparado ao aço inox. Esta característica foi demonstrada pelo estudo de Camps *et al.* (1995). Quanto aos resultados relativos à flexibilidade, os achados de Canalda-Sahli *et al.* (1996) também confirmam esta tendência. Todavia estes mesmos autores detectaram nestes instrumentos uma menor resistência à fratura ao compará-los às Flexofile e Flex R o que, segundo eles, pode estar relacionado ao processo de fabrico do instrumento NiTi ser obtido por meio de usinagem.

Ainda observando a flexibilidade destes novos instrumentos, os ensaios de Walia *et al.* (1988), comparando a torção de hastes de níquel titânio, permitiram verificar que estas eram três vezes mais flexíveis que o aço comum. Esta relação entre as propriedades de torção e flexibilidade

foram confirmadas pelos ensaios de Brankin *et al.* (1993), Rowan *et al.* (1996). Em resumo, no que podemos inferir sobre a propriedade de torção, as limas de NiTi demonstram um maior grau de fragilidade se comparadas aos instrumentos de aço inox.

No aspecto relativo à modelagem e manutenção da forma do canal radicular, quesito este que deve ser mantido independente da necessidade de ampliação, os instrumentos de níquel-titânio demonstram qualidades insuperáveis se comparados aos instrumentos de aço. A este respeito, os trabalhos de Schäfer *et al.* (1995) demonstraram irregularidades no preparo do canal bem como a tendência do instrumento de aço preparar somente a parte interna da curvatura. De especial, em relação a esta circunstância, vale a pena lembrar que, em nome da modelagem, a desinfecção muitas vezes foi comprometida. Este fato pôde ser observado quando Weine *et al.* (1975) recomendaram o desgaste das espiras do instrumento na parede contrária à curvatura com o objetivo de se evitar transporte. Continuando, Himel *et al.* (1995) não observaram degraus ou qualquer outro tipo de deformidade ao prepararem canais artificiais utilizando instrumentos de NiTi. Ainda quanto a isto, Bou-Dagher & Yared (1995), Zmener & Balbachan (1995), Royal & Donnelly (1995), Samyn *et al.* (1996), Gambill *et al.* (1996), Harlan *et al.* (1996), Coleman *et al.* (1996), Chan & Cheung (1996), Coleman & Svec (1997) e Garcia *et al.* (1997) demonstraram a mesma tendência, tanto para o preparo efetuado em canais artificiais quanto em dentes naturais.

A relação custo-benefício referente à flexibilidade dos instrumentos de NiTi foi bastante discutida quando do aparecimento destas limas. A princípio, a linha de raciocínio empregada era a de que um instrumento com grande memória molecular, isto é, com grande flexibilidade, deveria transportar mais a região apical por possuir tal tendência. Este fato estaria associado à impossibilidade do operador promover uma deformidade no instrumento na tentativa de transmiti-la à curvatura do canal. Entretanto, esta proposta já, por si só, é bastante discutida pois, quando transferimos a curvatura do canal ao instrumento, fazêmo-la parcialmente, isto é, só podemos transmitir a curvatura que observamos pela radiografia. Porém, esta visão representa a curvatura em apenas um sentido pois as outras curvaturas que existem na direção vestibulo-lingual não conseguimos sequer enxergar ficando, desta maneira, impossível sua transmissão ao instrumento. Claro está também que se posicionarmos um instrumento pré-curvado no interior do conduto e posteriormente realizarmos qualquer movimento de giro, esta modelagem perder-se-á tornando-se até agressiva pois estará em sentido contrário à curvatura. Assim sendo, acreditamos que a abordagem das propriedades dos instrumentos de NiTi deva ser diferente. Estas relações podem ser verificadas nos ensaios realizados por Pallotta & Machado (1996), onde os autores relatam a possibilidade de se dilatar mais o interior do conduto radicular, aumentando a sanificação e tornando este canal mais fácil de ser obturado quando do uso de instrumentos de NiTi. Isto deve-se à sua tendência de voltar à posição inicial (flexibilidade) porém a força liberada para este fim é pequena.

Esta liga de níquel titânio de alta flexibilidade, tem menor dureza, apresenta pequeno índice de deformidade, o que termina por atribuir a este instrumento menor poder de corte, quando comparado aos instrumentos de aço. como pode ser observado nos resultados obtidos por: Tepel *et al.* (1995), Camps & Pertot (1995a, b), Haïkel *et al.* (1996) e Brau-Aguadé *et al.* (1996). A fim de aumentar a dureza da liga, Lee *et al.* (1996) sugeriram uma adição iônica de boro realçando assim sua resistência e poder de corte.

Por outro lado, Kazemi *et al.* (1996), estudando em blocos de dentina e acrílico, puderam observar que as lima de NiTi são tão agressivas quanto as de aço.

Interessa notar que, a par da filosofia anteriormente descrita relativa ao uso destes instrumentos, contra-ângulos foram adaptados à eles. Os ensaios demonstram a segurança destes sistemas como pode ser observado nos trabalhos de Glosson *et al.* (1995), Esposito & Cunningham (1995), Poulsen *et al.* (1995), Marsicovetere *et al.* (1996), Thompson & Dummer (1997a, b), Tucker *et al.* (1997), Wolcott & Himel (1997), Cimatti *et al.* (1997a, b), Kersh *et al.* (1993) e Knowles (1996). Entretanto, Pruett (1997) salientou a fadiga do instrumento e a curvatura do canal como fatores que poderão influenciar na fratura do instrumento durante o preparo.

Queremos finalmente deixar claro que a complexidade da anatomia dental interna e a somatória de dificuldades na realização do preparo químico-cirúrgico levam a situações incidentes como a demanda de tempo e necessidade de habilidade técnica aliada ao conhecimento profissional. Estas condições nos trazem motivação para buscar constantemente técnicas

e novos sistemas e instrumentos, com a intenção de desenvolver cada vez mais conforto, simplicidade, qualidade e rapidez, visando enquadrar a terapia endodôntica dentro dos quesitos de alta qualidade e torná-la, ao mesmo tempo, acessível à um maior número de profissionais. Desta maneira, busca-se oferecer à população melhor saúde bucal traduzida no sentido da manutenção do órgão dental na cavidade oral em sua plenitude.

A par desta temática cabe a nós investigadores observar as novas tendências criadas para este fim, bem como sugerir alterações que, a nosso ver, sejam procedentes. No que se refere a esta postura, encontramos a justificativa de algumas atitudes que aqui são demonstradas pelo teor observado na literatura pertinente dos canais curvos e suas interferências manifestadas como problemas à parte na terapia endodôntica. Este fato, como foi salientado anteriormente, está associado à presença de tensões transmitidas aos instrumentos pelas variáveis anatômicas existentes. Dentre o observado, concluímos que as técnicas que se valem de Gates-Glidden no preparo dos terços cervical e médio apresentam melhores rendimentos quanto à ausência de deformidades na região apical, principalmente quando a abordagem técnica dá-se no sentido cérvico-apical, por ampliar previamente acesso apical.

Por outro lado, os instrumentos de NiTi mostram-se muito interessantes quando do preparo de canais curvos acoplados aos aparelhos rotatórios para este fim.

A nosso ver, estes estudos se revestem de interesse pelos resultados positivos observados na literatura pertinente e as comparações encontram,

ao mesmo tempo, respaldo científico pelas características ímpares de cada sistema.

Enquanto o ProFile.04 trabalha com movimentos de alargamento, há a possibilidade também de associar movimentos de tração e limagem graças à parte ativa do instrumento que apresenta características semelhantes à limas convencionais. Já o sistema Lightspeed é bastante diferente, mostrando em seu instrumento pequena região de corte, com anatomia muito próxima ao instrumento utilizado no Canal Master. Tal característica impõe seu uso apenas no sentido de alargamento o que, a nosso ver, é fator limitante quando da abordagem de canais achatados ou mesmo na presença de sulcos ou istmos.

A proposta referente ao uso do ProFile.04 associado à brocas Gates-Glidden tomou-se interessante de ser estudada, dados os resultados benéficos, já comentados, de seu uso em parceria com técnicas manuais.

No que se refere ao corpo de prova da amostra utilizada no presente estudo, foi representado por canais artificiais ou artificiais fabricados em blocos de resina de poliéster, acorde Machado (1993). Estas unidades são de extrema valia pois, independentemente da resina utilizada para sua confecção, as mesmas situações estarão presentes para todas as técnicas e instrumentos a serem avaliados. Esta característica é vista como metodologia consagrada demonstrada por Weine *et al.* (1976), Eldeeb & Boraas (1985), Lim & Webber (1985), Powell *et al.* (1986), Tronstad & Nienczyk (1986), Alodeh *et al.* (1989), Dummer *et al.* (1989), Ahnmad & Pitt

Ford (1989 b), Alodeh & Dummer (1989) e Mounce *et al.* (1993), dentre outros.

Na captação dos resultados, foi aplicada a mesma metodologia utilizada por Machado em 1993. Isto pode ser justificado pela simplicidade e precisão do método de estudo computadorizado. O uso do “software” Diracon 3 permite o registro de diversas grandezas que, adequadamente interpretadas, são fundamentais no sentido de se compreender os resultados da ação de instrumentos e técnicas aplicadas no interior do canal.

No que se refere à utilização de métodos computadorizados, podemos observar seu uso em diversos ensaios tais como os de Gullickson & Montgomery (1987), que se valeram de método de processamento digital de imagens. Baumgartner *et al.* (1992) utilizaram um “software” Quik-Leica para obter medidas de área enquanto Biffi *et al.* (1992) desenvolveram um método quantitativo computadorizado aplicado ao estudo da propriedade de área. À sua vez, Machado (1993), utilizando o Diracon 3 desenvolvido no LIDO (Laboratório de Informática Dedicado a Odontologia - FOU SP), obteve medidas de área, perímetro e fator de forma. Os mesmos procedimentos foram executados por Liguori (1995) e Negrão (1996), onde os resultados destes experimentos mostraram ser tal método de extrema valia quando aplicado nesta modalidade de estudo.

Ainda destacando o método, salientamos ser um fator de grande importância diante da facilidade e precisão na obtenção dos resultados. Além disto, para que se possa entender estas grandezas, as mesmas devem ser estudadas e relacionadas em conjunto pois isoladamente não nos

fornecem subsídios suficientes para aquilatar a superioridade de uma ou outra técnica endodôntica. Esta situação pode ser compreendida na seguinte colocação: se somente uma medida, à exemplo da área, for observada, a mesma poderá ser interpretada apenas como a eficiência de desgaste de uma ou outra técnica utilizada, não tornando possível estabelecer se a ação dos instrumentos é íntima em todas as paredes ou mesmo se os desgates são uniformes no que diz respeito à modelagem.

Assim sendo, se apenas a propriedade da área for observada, os princípios básicos que norteiam o preparo químico-cirúrgico, tal como a manutenção de forma, não podem ser concluídos. Isto se dá devido ao fato do aumento da área no interior do canal instrumentado não estar relacionado à uma ampliação satisfatória e sim, apenas, com desgaste. Dessa forma, poderemos estar diante de um preparo longe do ideal. Portanto, concluímos que o estudo puro desta propriedade pouco nos permite avaliar.

Em se tratando do perímetro, que é a somatória dos pontos que compõem o contorno de uma figura, fatos significantes podem ser observados. Como exemplo, podemos nos deparar com resultados de valores positivos após a ampliação do canal .

O fator de forma nada mais é que a expressão das deformidades causadas pela instrumentação e sua característica principal é a independência dos diferentes tamanhos. Por exemplo, círculos de diferentes diâmetros terão sempre fator de forma igual a 1 e superfícies extremamente irregulares de diferentes tamanhos terão o fator de forma tendendo a zero. Esta conclusão é facilmente observável nos contornos extremamente

irregulares onde o perímetro é muito grande. Seu quadrado representa, na equação, o denominador e, para áreas semelhantes, o valor da equação tende a zero. Finalmente, através deste cálculo, podemos determinar o quanto a figura digitalizada que contém o canal preparado se distanciou de sua morfologia original. Esta propriedade é essencial no presente estudo porque, por meio dela, pode-se concluir que o grupo que possuir maior fator de forma apresentará um tipo de preparo mais distante de suas características originais, ou seja, mais deformado.

Com isto, o estudo do conjunto destas propriedades permitirá visualizar os objetivos propostos dentro da preocupação de se ampliar um canal até um diâmetro favorável permitindo uma adequada sanificação e mantendo as características essenciais de uma modelagem conveniente.

Estas propriedades geométricas analisadas foram restritas apenas a um local do canal. O terço escolhido foi a região apical devido à sua grande importância na terapia endodôntica, além de representar o local onde os instrumentos estão no seu máximo limite de tensão.

Associado aos obstáculos observados, ressalta-se o fato de que, mesmo assim, este local deve receber todas as condições necessárias para o estabelecimento adequado da limpeza e desinfecção. Além disso, a modelagem também deve ser salientada pois é nesta região que deverá ser adaptado adequadamente o cone principal de obturação permitindo, desta maneira, um vedamento hermético do canal radicular, estabelecendo como consequência uma situação favorável para o organismo iniciar seu processo

de cura manifesto na reparação tecidual, preenchendo, dessa forma, os requisitos exigidos para a realização de uma adequada endodontia.

No presente ensaio, referente ao cálculo da área na região apical dos canais artificiais, podemos observar que não existe diferença estatística significativa entre os grupos analisados. No estudo estatístico executado com os valores das amostras, pôde ser notado que se trata de uma distribuição amostral normal, onde o teste realizado foi a análise de variância. Os resultados demonstraram que  $F$  para  $\alpha=5\%$  com 2 graus de liberdade para as colunas e 27 graus de liberdade para o resíduo, pode ser encontrado nos Anexos 4 e 9 com o valor de 3,5. Assim sendo, como o dado obtido é de 0,75 e portanto menor, concluiu-se que as médias são iguais quando observado este nível de significância.

Todavia, a fim de se observar a diferença mínima significativa, foi realizado o teste de *Tukey* (Anexo 9), pois este tem a propriedade de separar todas as amostras. Seu resultado, neste experimento, apresentou valor não significativo para  $\alpha=5\%$ , fato este apresentado para um valor crítico calculado em 26,158.

A interpretação destes valores é facilmente entendida se observamos a Tabela 5.1 e a Figura 10, referentes aos valores representativos de suas médias. Estes resultados demonstram que os preparos executados são basicamente idênticos na região estudada sendo que tal tendência pode ainda ser observada nas Figuras 6, 7 e 8. Estas apresentam características harmônicas, não sendo verificada a presença de irregularidades ou degraus.

No que se refere ao perímetro, as mesmas tendências são detectadas. Suas médias estão presentes na Tabela 5.3 e visualizadas na Figura 9. A mesma tendência foi visualizada na análise dos resultados estatísticos. Também, neste caso, não foi observada diferença significativa entre os grupos estudados. Entretanto, no tratamento destas amostras, pudemos verificar comportamentos diferentes quando comparados ao teste anterior. Em relação ao teste de aderência à curva normal pôde-se verificar que, neste grupo, a distribuição amostral é não normal (Anexo 2). Assim sendo, o teste estatístico realizado foi o de *Kruskal-Wallis* que apresentou para H calculado em 2.9452, valor de  $\chi^2$  igual a 2.95 e uma probabilidade para  $H_0$  de 22,93%. Seus resultados não mostraram significância a um nível de  $\alpha > 0,05$ , o que pode ser notado na Tabela 5.4.

Para se comparar os resultados obtidos quando do cálculo referente ao fator de forma, o teste estatístico aplicado foi o da Análise de Variância. Esta escolha está justificada pelo fato desses resultados apresentarem uma distribuição amostral normal e este teste permite a comparação entre três ou mais médias amostrais. Seus resultados podem ser visualizados no Anexo 5. Concluída sua execução, dado a obtenção de um F significativo, realizamos o Teste de Tukey o qual permite localizar exatamente em que situação se apresentavam as diferenças estatisticamente significantes. De posse de seus resultados, pôde-se observar diferenças significativas entre os grupos preparados com os Sistemas ProFile.04 e Lightspeed (Anexo 13). Na Tabela 5.6 pode-se verificar tais diferenças demonstrando que o ProFile.04 apresenta tendência de maior diferença de fator de forma em

relação ao Lightspeed. Entretanto, o Sistema ProFile.04 associado à técnica cérvico-apical com brocas Gates-Glidden se posicionou sem diferença estatística em relação ao Lightspeed. Dessa maneira, concluiu-se que estes dois últimos grupos apresentaram as menores deformidades.

Da análise desses resultados, algumas considerações de extrema importância devem ser aqui descritas. Levando-se em conta as condições experimentais, salientamos que estes preparos foram realizados em canais artificiais fabricados em resina de poliéster, sabidamente portadora de menor dureza que a dentina. Outro fator é a presença de uma curvatura de 30 graus que pode ser considerada como acentuada e, finalmente, o fato de que todos os preparos efetuados foram considerados concluídos quando apresentaram a capacidade de receber um cone principal de guta-percha de número 40 devidamente adaptado no seu limite apical. Tudo isto vem demonstrar que o trabalho realizado propiciou um preparo significativo no interior destes canais. De importância relevante é o fato de que, no momento da exploração inicial dos condutos até a região apical, esta apresentava-se com diâmetro compatível ao de uma lima número 15.

Pode-se ainda associar ao experimento outras observações que merecem destaque. Dentre eles, o uso da técnica cérvico-apical valendo-se de brocas Gates Glidden, acorde Machado (1993), confirmou, nestas situações, o mesmo rendimento já observado quando da sua associação a instrumentos manuais propondo suavizar a ação do ProFile.04. Este procedimento foi justificado, devido aos fatores negativos da técnica recomendada pelo fabricante como, por exemplo, o tempo de preparo em

decorrência do instrumento trabalhar muito justo às paredes do canal. Assim sendo, quando realizado desgaste prévio nos terços cervical e médio por meio de brocas Gates Glidden observaram-se as características descritas a seguir: no que se refere ao tempo de trabalho, este foi sensivelmente menor concomitantemente à maior liberdade do instrumento nos canais artificiais. Pôde-se também verificar que o instrumento de acesso à região apical já era o de calibre 20 ou 25, em contraposição à técnica recomendada pelo fabricante que, na maioria das vezes, iniciava-se com o de número 15 na região apical. Outro fator digno de nota foi relativo à quantidade verificada de fraturas de instrumentos que, nos casos do uso de Gates Glidden durante os preparos, foi excepcionalmente pequena. Isto reflete uma performance interessante de um sistema que apresenta movimento rotacional aplicado a um instrumento de NiTi que, como sabemos, é mais suscetível à fratura nesta cinemática.

O Lightspeed foi incluído no experimento devido às suas excelentes propriedades observadas na literatura anteriormente descrita. Todavia, a nosso ver, este sistema apresenta como característica negativa a pequena parte ativa do instrumento o que limita sua ação, caracterizando-a apenas como alargadora. Sua eficácia é, portanto, discutida nos casos de canais achatados onde os desgates serão limitados exigindo, dessa forma, novos ensaios no sentido de se aclarar tais dúvidas.

Estes sistemas demonstraram qualidades muito interessantes, principalmente diante das alterações propostas. Isto justifica nossa atenção, bem como o desenvolvimento de novos ensaios que busquem o

**esclarecimento ou mesmo a melhoria de suas qualidades, tendo como guia mestra a qualidade final da terapia endodôntica.**

## 7. CONCLUSÕES

Da análise dos resultados do presente trabalho permite concluir-se que:

- a) o preparo de canais artificiais realizado com limas de níquel-titânio que compõem os Sistemas ProFile.04, ProFile.04 associado ao preparo cérvico-apical com brocas Gates-Glidden e Lightspeed não apresentaram diferenças significativas no que se refere às propriedades de área e perímetro no sentido vestibulo-lingual;
- b) com relação aos resultados obtidos referentes ao cálculo relativo ao fator de forma, as técnicas executadas com as limas de níquel-titânio que compõem o Sistema ProFile.04 acoplado à contra-ângulo em parceria com o preparo escalonado cérvico-apical e brocas Gates-Glidden juntamente com o Sistema Lightspeed apresentaram diferenças significativas no que se refere à uma menor diferença do fator de forma quando comparados ao Sistema ProFile.04 utilizados com técnica recomendada pelo fabricante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABOU-RASS, M.; JASTRAB, R.J. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. **J Endod**, v.8, n.2, p.78-82, Feb. 1982.
2. ABOU-RASS, M.; FRANK, A.L.; GLICK, D.H. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **J Am Dent Assoc**, v.101, n.5, p.792-4, Nov. 1980.
3. ABOU-RASS, M.; JANN, J.M.; JOBE, D.; TSUTSUI, F. Preparation of space for posting: effect on thickness of canal walls and incidence of perforation in molars. **J Am Dent Assoc**, v.104, n.6, p.834-7, Jun. 1982.
4. AHMAD, M.; PITT FORD, T.R. Comparison of two ultrasonic units in shaping simulates curved canals. **J Endod**, v.15, n.10, p. 457-62, Oct. 1989 a.

5. AHMAD, M.; PITT FORD, T.R. A comparison using macroradiography of canal shapes in teeth instrumented ultrasonically and by hand. **J Endod**, v.15, n.8, p. 339-44, Aug. 1989b.
6. ALODEH, M.H.A.; DUMMER, P.M.H. A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks. **Int Endod J**, v.22, n.5, p. 226-35, Sept. 1989.
7. ALODEH, M.H.A.; DOLLER, R.; DUMMER, P.M.H. Shaping of simulated root canals in resin blocks using the step-back technique with K-files manipulated in a simple in/out filing motion. **Int Endod J**, v.22, n.3, p. 107-17, May 1989.
8. AL-OMARI, M.A.O.; DUMMER, P.M.H.; NEWCOMBE, R.G. Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 1. **Int Endod J**, v.25, n.2, p. 57-66, Mar. 1992.
9. AL-OMARI, M.A.O.; DUMMER, R.G.; NEWCOMBE, R.D.; DOLLER, R.; HARTLES, F. Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 2. **Int Endod J**, v.25, n.2, p. 67-81, Mar. 1992.
10. ANDREASEN, G.F.; MORROW, R.E. Laboratory and clinical analyses of nitinol wire . **Am J Orthodont**, v.73 , n.2 , p. 142-151 , Feb. 1978.

11. ANTÓN, I.U.; MACHADO, M.E.L. Análise de resíduo pós-preparo químico cirúrgico de canais achatados. In SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS, 1996, Águas de São Pedro. **Anais: Águas de São Pedro : IADR, 1996. .p.61.**
12. BAKER, M.C.; ASHRAFI, S.H.; VAN CURA, J.E.; REMEIKIS, N.A. Ultrasonic compared with hand instrumentation: a scanning electron microscope study. **J Endod**, v.14, n.9, p. 435-40, Sept. 1988.
13. BARNETT, F.; TROPE, M.; KHOJA, M.; TRONSTAD, L. Bacteriologic status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentation. **Endod Dent Traumatol**, v.1, n.8, p. 228-31, July 1985.
14. BASTOS FILHO, E.; PESCE, H. F.; ANTONIAZZI, J.H.; MUENCH, A. Análise "in vitro" da variação angular e da configuração apical quando do preparo de canais curvos com instrumentos de tipo e procedência variados. **Rev bras Odont**, v.XLVII, n.5, p. 110-14, set/out 1990.
15. BAUMGARTNER J.C.; MARTIN, H.; SABALA, C.L.; STRITTMATTER, E.J.; WILDEY, W.L.; ANGLE, N.C. Histomorphometric comparison of canal prepared by four techniques. **J Endod**, v.18, n.11, p. 530-4, Nov. 1992.

16. BIFFI, J.C.G.; SOUZA, C.J.A.; MANIGLIA, C.A.G. Método para a avaliação quantitativa do canal radicular com o auxílio do computador. **Rev Assoc paul Cir Dent**, v.46, n.5, p. 925-7, set./out. 1992.
17. BOLANOS, O.R.; JENSEN, J.R. Scanning electron microscope comparison of the efficacy of various methods of root canal preparation. **J Endod**, v.6, n.11, p. 815-22, Nov. 1980.
18. BOU-DAGHER, F.E.; YARED, G.M. Comparison of three files to prepare curved root canals. **J Endod**, v.21, n.5, p. 264-65, May 1995.
19. BRANKIN, G.W.; WENCKUS, C.S.; ASHRAFI, S.H. Flexibility/torsional properties of nickel titanium and stainless steel files. **J Endod**, v.19, n.4, p.193, April 1993 [resumo 33].
20. BRAU-AGUADÉ, E.; CANALDA-SAHLI, C.; BERÁSTEGUI-JIMENO, E. Cutting efficiency of K-files manufactured with different metallic alloys. **Endod Dent Traumatol**, v.12, n. 6, p. 286-88, Dec.1996.
21. BURSTONE, C.J.; GOLDBERG, J. Beta titanium: A new orthodontic alloy. **Am J Orthodont**, v.77 , n.2 , p.121-132 , Feb. 1980.
22. CALDWELL, J.L. Change in working length following instrumentation of molar canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 41, n.1, p. 114-8, Jan. 1976.

23. CAMPOS, J.M.; DEL RIO, C. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. **J Endod**, v.16, n.5, p. 230-4, May 1990.
24. CAMPS, J.J.; PERTOT, W.J. Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in a linear motion. **Int Endod J**, v. 28, n. 6, p. 279-284, Nov. 1995.
25. CAMPS, J.J.; PERTOT, W.J.; LEVALLOIS, B. Relationship between file size and stiffness of nickel titanium instruments. **Endod Dent Traumatol**, v. 11, n. 6, p. 270-273, Dec. 1995.
26. CAMPS, J.J.; PERTOT, W.J. Torsional and stiffness properties of Canal Master U stainless steel and nitinol instruments. **J Endod**, v. 20, n. 8, p. 395-398, Aug. 1994.
27. CAMPS, J.J.; LEVALLOIS, B.; DEJOU, J. Évaluation de quatre modes de préparation des canaux courbes. **Rev Fr Endod**, v.9, n.1, p.23-30, mar. 1990.
28. CANALDA-SAHLI, C.; BRAU-AGUADÉ, E.; BERÁSTEGUI-JIMENO, E. A comparison of bending and torsional properties of K-files manufactured with different mettalic alloys. **Int Endod J**, v. 29, n.3, p.185- 89, May 1996.

29. CANZANI, J.H.; FERNÁNDEZ, E.G.; TESTA, R.; SANTIA, C.; FUSARO, E.; HERBEL, B. Empleo de la técnica escalonada y el ensanchador mecánico en la preparación de los conductos radiculares. **Rev Assoc Odont Argent**, v.72, n.2, p.40-2, May 1984.
30. CHAN, A.W.K.; CHEUNG, G.S.P. A comparision of stainless steel and nickel-titanium K-files in curved root canals. **Int Endod J**, v.29, n.6, p.370-75, Nov. 1996.
31. CIMATTI, P., MACHADO, M.E.L., DUMMER, P.M.H., BRYANT, S. Análise comparativa do transporte apical em canais simulados curvos instrumentados com Flexofile, Nitiflex e Lightspeed. In IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE ODONTOLOGIA DO LITORAL PAULISTA, 1997, Santos. **Anais. Santos : ACDSSV**, 1997. p.53-5.
32. CIMATTI, P., MACHADO, M.E.L., DUMMER, P.M.H., BRYANT, S. Análise quantitativa de desgaste na zona de perigo em canais simulados curvos instrumentados com Flexofile, Nitiflex e Lightspeed. In IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE ODONTOLOGIA DO LITORAL PAULISTA, 1997, Santos. **Anais. Santos: ACDSSV**, 1997, p.55-7.

33. COFFAE, K.P.; BRILLIANT, J.D. The effect of serial preparation versus nonserial preparation on tissue removal in the root canals of extracted mandibular human molars. **J Endod**, v.1, n.6, p.211-6, Jun. 1975.
34. COLEMAN, C.L.; SVEC, T.A. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. **J Endod**, v.23, n.4, p.232-35, Apr.1997.
35. COLEMAN, C.L.; SVEC, T.A.; RIEGER, M.R.; SUCHINA, J.A.; WANG, M.; GLICKMAN, G.N. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. **J Endod**, v.22, n.11, p. 603-7, Nov. 1996.
36. DANIEL, R.L.D.P.; MACHADO, M.E.L.; MACHADO, M.L.B.B. Avaliação da deformidade do forame apical de canais simulados à luz de computadorização tendo como fontes de variação a técnica de preparo e o tipo de instrumento. In: ENDO NORTE-NORDESTE INTERNACIONAL. Natal, 1996. **Anais**. Natal: SNNE, 1996. p.29.
37. DUMMER, P.M.H.; ALODEH, M.H.A.; DOLLER, R. Shaping of simulated root canals in resin blocks using files activated by a sonic handpiece. **Int Endod J**, v. 22, n.5, p. 211-25, Sep. 1989.

38. EHRLICH, A.D.; BOYER, T.J.; HICKS, M.L.; PELLEU, G.B. Effects of sonic instrumentation on the apical preparation of curved canals. **J Endod**, v.15, n.5 p.200-3, May 1989.
39. ELDEEB, M.E.; BORAAS, J.C. The effect of different files on the preparation shape fo severely curved canals. **Int Endod J**, v.18, n.1, p.1-7, Jan. 1985.
40. ESPOSITO, P.T. & CUNNINGHAM, C.J. A comparsion of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. **J Endod**, v. 21 ,n. 4 ,p. 173-176, Apr. 1995.
41. FAVA, L.R.G. The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. **J Endod**, v.9, n.2, p. 76-80, Feb. 1983.
42. GAMBILL, J.M.; ALDER, M.; DEL RIO, C.E. Comparsion of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J Endod**, v.22, n.7, p. 369-375, Jul. 1996.
43. GARCIA, M.M.S., MACHADO, M.E.L.; MACHADO, M.L.B.B.L.; CÂMARA, A. S. Estudo comparativo da deformidade da canais simulados com curvaturas acentuadas, preparados pela técnica cérvico-apical, variando o tipo de instrumento Flexofile e Nitiflex. In **IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE ODONTOLOGIA DO LITORAL PAULISTA**, 1997, Santos. **Anais**. Santos: ACDSSV, 1997, P.23-5.

44. GILLES, J.A.; DEL RIO, C. A comparison of the canal master endodontic instrument and K-type files for enlargement of curved root canals. **J Endod**, v.16, n.12, p. 561-5, Dec. 1990.
45. GLOSSON, C.R.; HALLER, R.H.; DOVE, S.B.; DEL RIO, C.E. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand , Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. **J Endod**, v.21, n. 3, p. 146-51, Mar. 1995.
46. GOERIG, L.A.; MICHELICH, R.J.; SHULTZ, H.H. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. **J Endod**, v.8, n.12, p. 550-4, Dec. 1982.
47. GOLDMAN, M.; FUSE, E.S.; TURCO, J.; WHITE, R.R. A silicone model method to compare three methods of preparing the root canal. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 68, n.4, p. 457-61, Oct. 1989.
48. GOLDMAN, M.; FUSE, S.E.; KRONMAN, J.; TENCA, J.I. An in vitro study of the pathfinding ability of a new automated hand piece. **J Endod**, v.13, n.9 p. 429-33, Sept. 1987.
49. GOLDMAN, M.; WHITE, R.R.; MOSEN, C.R.; TENCA, J.I. A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro. **J Endod**, v.14, n.1, p. 7-12, Jan. 1988.

50. GOODMAN, A.; READER, A.; BECK, M.; MELFI, R.; MEYERS, W. An in vitro comparison of the efficacy of the stepback technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. **J Endod**, v.11, n.6, p. 249-56, June 1985.
51. GULLICKSON, D.C.; MONTGOMERY, S. The study of root canal morphology using a digital image processing technique . **J Am Assoc Endod**, v.13, n.4, p. 158-63, Apr. 1987.
52. GUTIÉRREZ, J.H.; GARCIA, J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.25, n.1, p. 107-16, Jan. 1968.
53. HAIDET, J.; READER, A.; BECK, M.; MYERS, W. An in vivo comparison of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibulars molars. **J Endod**, v.15, n.5, p.195-203, May 1989.
54. HAÏKEL, Y.; SERFATY, R.; LWIN, T.T.C.; ALLEMANN, C. Measurement of the cutting efficiency of endodontic instruments: A new concept. **J Endod**, v.22, n.12, p. 651-61, Dec. 1996.
55. HARLAN, A.L.; NICHOLLS, J.I.; STEINER, J.C. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with the balanced-force technique. **J Endod**, v.22, n.8, p.410-3, Aug. 1996.

56. HILL, R.L.; DEL RIO, C.E. A histological comparison of the canal wall planing ability of true new endodontic files. **J Endod**, v.9, n.12, p. 517-22, Dec. 1983.
57. HIMEL, V.T.; AHMED, K.M.; WOOD, D.M.; ALHADAINY, H.A. An evaluation of nitinol and stainless steel files used by dental students during a laboratory proficiency exam. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.79, n.2, p. 232-237, Feb. 1995.
58. HOSKINSON, A.E. Endodontic hand instruments: the relationship between prepared apical form and flexibility. London, 1982. M.Sc./Theses – University of London/ apud LIM, K.C.; WEBBER, J. The validity of simulated root canal for the investigation of the prepared root canal shape. **Int Endod J**, v.17, n.4, p.240-6, Oct. 1985.
59. INGLE, J.I.; BEVERIDGE, E. **Endodontics** 2.ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1976. 811p.
60. ISOM, T.L.; MARSHALL, G.; BAUMGARTNER, C. Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. **J Endod**, v.21, n.7, p.368-371, Jul. 1995.
61. JUNGSMANN, C.L.; UCHIN, R.A.; BUCHER, J.F. Effect of instrumentation on the shape of the root canal. **J Endod**, v.1, n.2, p. 66-9, Feb. 1975.

62. KAZEMI, R.B.; STENMAN, E.; SPANGBERG, L.S.W. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.81, n.5, p. 596-602, May. 1996.
63. KERSH, M.; STANILOFF, D.; WHITE, R.; GOLDMAN, M.; TENCA, J. In vitro comparison of three techniques for instrumentation of curved canals. **J Endod**, v.19, n.4, p.193, Apr. 1993 [resumo #32].
64. KESSLER, J.R.; PETERS, D.D.; LORTON, L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentatin techniques. **J Endod**, v.9, n.10, p. 439-47, Oct. 1983.
65. KLAYMAN, S.M. ; BRILLIANT, J.D. A comparison of the efficacy of serial preparation versus Giromatic preparation. **J Endod**, v.1, n.10, p. 334-7, Oct. 1975.
66. KNOWLES, K.I.; IBARROLA, J.L.; CHRISTIANSEN, R.K. Assessing apical deformation and transportation following the use of LightSpeed™ root-canal instruments. **Int Endod J**, v.29, n.2, p.113-7, Mar. 1996.
67. LANGELAND, K.; LIAO, K.; PASCON, E.A. Work-saving devices in endodontics: efficacy of sonic and ultrasonic techniques. **J Endod**, v.11, n.11, p. 499-510, Jan. 1985.

68. LEE, D.H.; PARK, B.; SAXENA, A.; SERENE, T.P. Enhanced surface hardness by boron implantation in nitinol alloy. **J Endod**, v.22, n.10, p. 543-46, Oct. 1996.
69. LEEB, J. Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparatin. **J Endod**, v.9, n.11, p. 463-70, Nov. 1983.
70. LESEBERG, D.A.; MONTGOMERY, S. The effects of canal master, Flex-R and K-Flex instrumentation on root canal configuration. **J Endod**, v.17, n.2, p. 59-65, Feb. 1991.
71. LÉVY, G. Le canal finder system 89. **Rev Odontostomatol**, v.19, n.4, p. 327-36, juin/aou. 1990.
72. LÉVY, G. Une nouvelle instrumentation pour réaliser mécaniquement l'ensemble de la procédure endodontique: le canal finder. **Rev Fr Endod**, v.3, n.2, p. 11-8, juin 1984.
73. LÉVY, G. Obturation canalaire avec canal finder system sur canaux courbes. **Chir Dent Fr**, v.57, n.399, p.41-5, oct. 1987.
74. LIGUORE, A.H. **Análise morfométrica computadorizada, comparando-se duas técnicas de instrumentação endodôntica em canais curvos simulados.** São Paulo, 1995. 67p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

75. LIM, K.C.; WEBBER, J. The validity of simulated root canal for the investigation of the prepared root canal shape. **Int Endod J**, v.17, n.4, p. 240-6, Oct. 1985.
76. LIM, S.S.; STOCK, C.J.R. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. **Int Endod J**, v.20, n.1, p. 33-9, Jan. 1987.
77. LOPEZ, I.; GOLDBERG, J.; BURSTONE, C.J. Bending characteristics of nitinol wire. **Am J Orthodont**, v.75, n.5, May. 1979.
78. LOUSHINE, R.J.; WELLER, R.N.; HARTWELL, G.R. Stereomicroscopic evaluation of canal shape following hand, sonic and ultrasonic instrumentation. **J Endod**, v.15, n.9, p. 417-21, Sept. 1989.
79. LUEBKE, N.H.; BRANTLEY, W.A. Torsional and metallurgical properties of rotary endodontic instruments. II. Stainless steel Gates-Glidden drills. **J Endod**, v.17, n.7, p. 319-23, July 1991.
80. LUITEN, D.J.; MORGAN, L.A.; BAUMGARTNER, J.C.; MARSHALL, J.G. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. **J Endod**, v. 21, n. 1, p. 26-32, Jan. 1995.
81. MAALOUF, E.; SADER, J.; JABBOUR, G. Étude clinique du "canal finder system". **Chir Dent Fr**, v.57, n.369, p. 165-70, Feb. 1987.

82. MACHADO, M.E.L. **Análise morfométrica comparativa, à luz da computadorização e em canais artificiais, de duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos.** São Paulo, 1993. 126p. Tese (Doutoramento) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
83. MACHADO, M.E.L.; BRITTO, M.L.; ANTONIAZZI, J.H. Análise de qualidade do preparo do canal, quando da utilização das técnicas seriada, preparo escalonado apico-cervical, e preparo escalonado cérvico-apical, à luz do emprego de quatro métodos de estudo. **Rev bras Odont**, v.53, n.5, set/out. 1997.
84. MARSICOVETERE, E.S.; CLEMENT, D.J.; DEL RIO, C.E. Morphometric video analysis of the engine-driven Nickel-Titanium Lightspeed instrument system. **J Endod**, v.22, n.5, p. 231-5, May 1996.
85. MELO, L.L.; SYDNEY, G.B. Preparo dos canais curvos. **RGO**, v.38, n.4, p. 305-8, jul./ago. 1990.
86. MELO, L.L.; PESCE, H.F.; SYDNEY, G.B. Estudo comparativo "in vitro" da flexibilidade e resistência à torção das limas K-flex e Flexo-file. **Rev paul Odontol**, v.10, n.6, p.34-42, nov./dez.1988.

- 8 . ELO, L.L.; SYDNEY, G.B.; PESCE, H.F.;MEDEIROS, J.M.F. Estudo comparativo "in vitro", da capacidade de torque das limas Tri-file, Flexo-file e K-flex. **Rev paul Odontol**, v.14, n.5, p.10–6, set./out. 1992.
- 88.MISERENDINO L.J.; BRANTLEY, W.A.; WALIA, H.D.; GERSTEIN, H. Cutting efficiency of endodontic hand instruments. Part 4. Comparison of hybrid and traditional instrument designs. **J Endod**, v.14, n.9, p. 451–4, Sept. 1988.
- 89.MOUNCE R.E.; NAKAMUTA, H.; LOVEJOY, C. Canal master instrumentation: an in vitro study of separatin frequency. **J Endod**, v.19, n.1, p. 1-3, Jan. 1993.
- 90.MULLANEY, T.P. Instrumentation of finely curved canals. **Dent Clin North Am** v.23, n.4, p. 575-92, Oct. 1979.
- 91.MYERS, G.L.; MONTGOMERY, S. A comprison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal master techniques. **J Endod**, v.17, n.6, p. 275-9, June 1991.
- 92.NEGRÃO F.A. **Análise morfométrica computadorizada da performance da técnica de preparo convencional em raízes distais de molares inferiores.** São Paulo, 1996. 59p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

93. PAIVA, J.G.; ANTONIAZZI, J.H. **Endodontia**. Bases para a Prática Clínica. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1991. 886p.
94. PALLOTTA, R.C., MACHADO, M.E.L.. Comparação da flexibilidade das limas tipo K Flexofile, Hedstroen e Nitiflex. In SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS, 1996, Águas de São Pedro. **Anais: Águas de São Pedro: IADR, 1996. P.73.**
95. 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**, v.79, n.4, p. 504-9, Apr. 1995.
96. PESCE, H.F.; MACHADO, M.E.L.; SYDNEY, G.B. Variação da odontometria no preparo de canais curvos. **Rev USF**, v.4, n.1, p.19-22, 1986.
97. PESCE, H.F.; MEDEIROS, J.M.F.; MOURA, A.A.M. Análise morfológica comparativa do preparo de canais radiculares curvos com dois tipos de instrumentos endodônticos. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v.11, n.2, p.87-91, abr./jun. 1997.
98. PETSCHERT, A. Endodontie: maschinell-manuell? Die aufbereitung und spülung des wurzelkanals. **Dtsch Zahnärztl Z**, v.44, n.6, p. 407-13, June 1989.

99. POULSEN, W.B.; DOVE, B.; DEL RIO, C.E. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. **J Endod**, v. 21, n. 12, p. 609-12, Dec. 1995.
100. POWELL, S.E.; SIMON, J.H.S.; MAZE, B.B. A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. **J Endod**, v.12, n.7, p. 293-300, July 1986.
101. PRUETT, J.P.; CLEMENT, D.J.; CARNES, D.L. Cyclic fatigue testing of nickel titanium endodontic instruments. **J Endod**, v.23, n.2, p. 77-85, Feb. 1997.
102. REYNOLDS, M.A.; MADISON, S.; WALTON, R.E.; KRELL, K.V.; RITTMAN, R.J. An in vitro histological comparison of the step-back, sonic, and ultrasonic instrumentation techniques in small, curved root canals. **J Endod**, v.13, n.7, p. 307-14, July 1987.
103. ROANE, J.B.; SABALA, C.L.; DUNCANSON, M.G. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. **J Endod**, v.11, n.5, p. 203-11, May 1985.
104. ROIG-CAYÓN, M.; BRAU-AGUADÉ, E.; CANALDA-SAHLI, C.; MORENO-AGUADO, V. A comparasion of molar root canal preparations using Flexofile, Canal Mastr U, and Heliapical Instruments. **J Endod**, v. 20, n.10, p.495-9, Oct. 1994.

105. ROWAN, M.B.; NICHOLLS, J.I.; STEINER, J. Torsional properties of stainless steel and nickel-titanium endodontic files. **J Endod**, v.22, n.7, p. 341-5, Jul. 1996.
106. ROYAL, J.R.; DONNELLY, J.C. A Comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. **J Endod**, v. 21, n. 6, p. 300-4, Jun. 1995.
107. SABALA, C.L.; ROANE, J.B.; SOUTHARD, L.Z. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. **J Endod**,v. 14, n.2, p. 59-64, Feb. 1988.
108. SAKURAI-FUSE, E.; GOLDMAN, M.; TENCA, J. A comparison of two methods of instrumenting curved canals. **J Dent Res**, v.65, (Spec. issue), p. 253, 1986. [resumo #756].
109. SAMYN, J.A.; NICHOLLS, J.I.; STEINER, J.C. Comparison of stainless steel and nickel-titanium instruments in molar root canal preparation. **J Endod**, v.22, n.4, p. 177-81, Apr. 1996.
110. SAUNDERS, W.P.; SAUNDERS, E.M. Comparison of three instruments in the preparation of the curved root canal using the modified double-flared technique. **J Endod**, v.20, n.9, p. 440-4, Sep. 1994.

111. SCHÄFER, E.; TEPEL, J.; HOPPE, W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. instrumentation of curved canals. **J Endod**, v.21, n.10, Oct. 1995.
112. SCHNEIDER, S.W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.32, n.2, p. 271-5, Aug. 1971.
113. SEDELL, A.N. Evaluation of canal finder system for root canal instrumentation. **J N J Dent Assoc**, v.60, n.1, p. 23-5, Winter, 1989.
114. SERENE, T.P.; ADAMS, J.D.; SAXENA, A. **Nickel-Titanium Instrumens Application in Endodontics**. 2ed. St Lous: Ishiyaku Euro America, 1995. 112p.
115. SPYROPOULOS, S.; ELDEEB, M.E.; MESSER, H.H. The effect of Giromatic files on the preparation shape of severely curved canals. **Int Endod J**, v.20, n.3, p. 133-42, May 1987.
116. STADLER, L.E.; WENBERG, A.; OLGART, L. Instrumentation of the curved root canal using filing or reaming technique - a clinical study of technical complications. **Swed Dent J**, v.10, n.1-2, p.37-43, 1986.

117. TAYLOR, G.N. Advanced techniques for intracanal preparation and filling in routine endodontic therapy. **Dent Clin North Am**, v.28, n.4, p.819-32, Oct. 1984.
118. TEPEL, J.; SCHAFER, E.; HOPPE, W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 1. Cutting efficiency. **J Endod**, v. 21, n. 8, p. 418-21, Aug. 1995.
119. 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**, v.30, n.1, p.1-7, Jan.1997.
120. 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**, v.30, n.1, p.8-15, Jan.1997.
121. TIDMARSH, B.G. Preparation of the root canal. **Int Endod J**, v.15, n.2, p.53-61, Apr. 1982
122. TRONSTAD, L.; NIEMCZYK, S.P. Efficacy and safety tests of six automated devices for root canal instrumentation. **Endod Dent Traumatol**, v.2, n.6, p.270-6, Dec. 1986.
123. 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**, v. 23, n.3, p.170 –3, Mar. 1997.

124. TUREK, T.; LANGELAND, K. A high microscopic study of the efficacy of the telescopic and the giromatic preparation of root canals. **J Endod**, v.8, n.10, p.437-43, Oct. 1982.
125. VESSEY, R.A. The effect of filling versus reaming on the shape of the prepared root canal. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.27,n.4, p.543-7, Apr. 1969.
126. WALIA, H.; BRANTLEY, W.A.; GERSTEIN, H. An Initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. **J Endod**, v. 14, n. 7, p. 346-51, Jul. 1988.
127. WALKER, T.L.; DEL RIO, C.E. Historical evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. **J Endod**, v.15, n.2, p.49-59, Feb. 1989.
128. WALSH, C.; MESSER, H. H.; ELDEEB, M. E. The effect of varying the ultrasonic power setting on canal preparation. **J Endod**, v.16, n.6, p.273-8, June 1990.
129. WALTON, R. E. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. **J Endod**, v.2, n.10, p.304-11, Oct. 1976.
130. WEINE, F.S.; KELLY, R.F.; BRAY, K.E. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. **J Endod**, v.2, n.10, p.298-303, Oct. 1976.

131. 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**, v.1, n.8, p.255-62, Aug. 1975.
132. WELLER, R. N.; BRADY, J. M.; BERNIER, W. E. Efficacy of ultrasonic cleaning. **J Endod**, v.6, n.9, p.740-3, Sept. 1980.
133. WILDEY, W.L.; SENIA, E.S. A new root canal instrument and instrumentation technique: A preliminary report. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.67, n.2, p.198-207, Feb. 1989.
134. WOLCOTT, J.; HIMEL, V.T. Torsional properties of nickel-titanium versus stainless steel endodontics files. **J Endod**, v.23, n.4, p.217-20, Apr. 1997.
135. YAHYA, A.S.; ELDEEB, M.E. Effect of sonic versus ultrasonic instrumentation on canal preparation. **J Endod**, v.15, n.6, p.235-9, June 1989.
136. ZMENER, O.; BALBACHAN, L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. **Endod Dent Traumatol**, v.11, n.3, p.121-3, Jun. 1995.
137. ZMENER, O.; MARRERO, G. Effectiveness of different endodontic files for preparing curved root canals: a scanning electron microscopic study. **Endod Dent Traumatol**, v.8, n.3, p.99-103, Jun. 1992.

## **SUMMARY**

### **COMPUTERIZED MORPHOMETRIC STUDY OF THE APICAL REGION IN SIMULATED ROOT CANALS PREPARED BY AUTOMATIC SYSTEMS WITH NICKEL-TITANIUM INSTRUMENTS**

Due to the difficulties and imposed restrictions to the chemomechanical preparation in severely curved canals, new mechanical techniques represented by ProFile.04, ProFile.04 associated with Gates Glidden drills in a crown-down technique and Lightspeed have been used. Therefore, the area, perimeter and shape factor changes in the apical region of simulated curved canals in clear resin were analysed in a buccal-lingual version. The statistical analysis showed no differences between the three groups when area and perimeter were analysed. For shape factor, the ProFile.04 Sistem showed significant differences suggesting a greater difference between the pre and post-operative instrumentation. This allowed us to conclude that those three techniques were very similar in this study and any of them caused deformations in the apical region. Therefore,

**ProFile.04, Lightspeed and ProFile.04/Gates-Glidden techniques showed good qualities and usefulness in preparing root canals.**

**TABELA A - Dados dos cálculos da área e média dos blocos instrumentados com Lightspeed**

<b>BLOCO</b>	<b>ÁREA</b>
<b>L1</b>	178,54
<b>L2</b>	141,68
<b>L3</b>	148,97
<b>L4</b>	131,35
<b>L5</b>	164,77
<b>L6</b>	173,61
<b>L7</b>	183,26
<b>L8</b>	140,94
<b>L9</b>	168,10
<b>L10</b>	167,40
<b>Média</b>	<b>159,88</b>

**TABELA B - Dados dos cálculos da área e média dos blocos instrumentados com ProFile.04**

<b>BLOCO</b>	<b>ÁREA</b>
<b>P1</b>	155,38
<b>P2</b>	121,57
<b>P3</b>	177,86
<b>P4</b>	154,10
<b>P5</b>	206,21
<b>P6</b>	104,35
<b>P7</b>	197,30
<b>P8</b>	210,13
<b>P9</b>	179,95
<b>P10</b>	171,92
<b>Média</b>	<b>167,88</b>

TABELA C - Dados dos cálculos da área e média dos blocos instrumentados com ProFile.04/Gates-Glidden.

BLOCO	ÁREA
G1	168,75
G2	151,47
G3	164,97
G4	138,91
G5	158,42
G6	170,10
G7	138,78
G8	148,50
G9	147,76
G10	163,75
<b>Média</b>	<b>155,14</b>

TABELA D - Dados dos cálculos do perímetro e média dos blocos instrumentados com Lightspeed

BLOCO	PERÍMETRO
L1	5361,70
L2	4113,88
L3	3784,89
L4	3639,37
L5	4938,37
L6	4972,21
L7	4963,68
L8	4814,27
L9	4691,23
L10	4666,30
<b>Média</b>	<b>4597,63</b>

**TABELA E - Dados dos cálculos do perímetro e média dos blocos instrumentados com ProFile.04**

<b>BLOCO</b>	<b>PERIMETRO</b>
<b>P1</b>	4306,30
<b>P2</b>	3877,67
<b>P3</b>	4148,60
<b>P4</b>	3224,86
<b>P5</b>	4418,78
<b>P6</b>	3754,39
<b>P7</b>	4220,02
<b>P8</b>	5256,75
<b>P9</b>	4192,39
<b>P10</b>	5134,72
<b>Média</b>	<b>4253,46</b>

**TABELA F - Dados dos cálculos do perímetro e média dos blocos instrumentados com ProFile.04/Gates-Glidden**

<b>BLOCO</b>	<b>PERÍMETRO</b>
<b>G1</b>	4542,24
<b>G2</b>	4542,24
<b>G3</b>	4522,30
<b>G4</b>	3833,31
<b>G5</b>	4341,88
<b>G6</b>	4590,24
<b>G7</b>	4007,31
<b>G8</b>	4660,39
<b>G9</b>	4411,85
<b>G10</b>	4576,30
<b>Média</b>	<b>4402,80</b>

TABELA G - Dados dos cálculos do fator de forma e média dos blocos instrumentados com Lightspeed

BLOCO	FATOR DE FORMA
L1	0,078
L2	0,105
L3	0,131
L4	0,125
L5	0,085
L6	0,088
L7	0,092
L8	0,076
L9	0,096
L10	0,097
<b>Média</b>	<b>0,097</b>

TABELA H - Dados dos cálculos do fator de forma e média dos blocos instrumentados com ProFile.04

BLOCO	FATOR DE FORMA
P1	0,105
P2	0,102
P3	0,130
P4	0,186
P5	0,133
P6	0,093
P7	0,139
P8	0,096
P9	0,129
P10	0,082
<b>Média</b>	<b>0,12</b>

**TABELA I - Dados dos cálculos do fator de forma e média dos blocos instrumentados com ProFile.04/Gates-Glidden**

<b>BLOCO</b>	<b>FATOR DE FORMA</b>
<b>G1</b>	0,103
<b>G2</b>	0,103
<b>G3</b>	0,101
<b>G4</b>	0,119
<b>G5</b>	0,106
<b>G6</b>	0,101
<b>G7</b>	0,109
<b>G8</b>	0,086
<b>G9</b>	0,095
<b>G10</b>	0,098
<b>Média</b>	<b>0,10</b>