

INFLUÊNCIA DE INSTRUMENTOS DE NÍQUEL-TITÂNIO NA QUALIDADE TRIDIMENSIONAL DA MODELAGEM RADICULAR EM MOLARES SUPERIORES E INFERIORES

INFLUENCE OF NICKEL-TITANIUM INSTRUMENTS ON TRIDIMENSIONAL QUALITY OF ROOT CANAL PREPARATION IN MAXILLARY AND MANDIBULAR MOLARS

Iussif **MAMEDE NETO*** Andrea Leão **RANGEL*** Carlos **ESTRELA****

* Especialista em Endodontia pela ABO-GO. Mestre em Biologia pelo Instituto de Ciências Biológicas da UFG.

** Doutor e Livre-Docente em Endodontia pela Universidade de São Paulo. Professor Titular de Endodontia da Universidade Federal de Goiás

Endereço para correspondência: Centro de Ensino e Pesquisa Odontológica do Brasil (CEPOBRAS), Rua C-245, Qd 546, Lt 9, Setor Jardim América, CEP 74290-200, Goiânia-GO, e-mail: estrela3@terra.com.br

RELEVÂNCIA CLÍNICA

O preparo do canal radicular sempre desperta muita atenção dos estudiosos, visto ser uma das etapas da endodontia que expressa uma ação favorável frente ao controle da microbiota endodôntica. Inúmeras técnicas e instrumentos são propostos. Recentemente, a endodontia aprecia um momento especial, uma vez que farão parte do novo arsenal do cirurgião-dentista, instrumentos de níquel-titânio. Diminuição no *stress* do profissional, qualidade do preparo do canal radicular, redução do tempo operacional representam aspectos positivos neste momento. Desta maneira, estudou-se a influência de instrumentos de níquel-titânio na qualidade da modelagem radicular em molares superiores e inferiores.

RESUMO

Estudou-se a morfologia interna radicular de molares superiores e inferiores posterior a modelagem com instrumentos de níquel-titânio em rotação contínua. Oitenta molares superiores e inferiores de humanos foram aleatoriamente distribuídos em quatro grupos, de acordo com os elementos dentais e os diferentes tipos de instrumentos: K₃, ProTaper, ProFile e K-FlexoFile. Posterior à instrumentação dos canais radiculares valendo-se de uma técnica de preparo com avanço progressivo cérvico-apical, realizou-se a moldagem com Aquasil ULV®. A seguir, os dentes foram submetidos à desmineralização em ácido clorídrico a 35%, obtendo-se assim o molde correspondente à cavidade preparada. Estes foram analisados quanto à qualidade da morfologia interna por três examinadores. Os resultados foram tabulados e submetidos à análise estatística. Nos molares superiores pode-se observar 94,3% de formas regulares cônicas afuniladas, enquanto que, nos molares inferiores superfícies regulares cônicas foram verificadas em 86,95% das amostras analisadas. De um modo geral, os instrumentos de níquel-titânio influenciaram positivamente na qualidade da forma regular cônica afunilada cérvico-apical, com destaque para os instrumentos K₃ e Protaper.

PALAVRAS-CHAVE: Instrumentos de níquel-titânio; preparo do canal radicular; instrumentação do canal radicular; modelagem; preparo biomecânico.

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the quality of the internal morphology of the root canals of maxillary molars, subsequent to the cleaning and shaping with nickel-titanium instruments with continuous rotation. Forty maxillary molar human teeth, were distributed on the basis of different types of endodontic instruments: K₃, ProTaper, ProFile[®] e K-FlexoFile (control). The molding of the prepared root canals was carried out with Aquasil ULV[®] impression material. The teeth were submitted to demineralization with chloridric acid at 35%. For the verification of the quality of the internal morphology three examiners analyzed the moldings. The technique used with ProTaper[®] instruments showed a preparation with greater regularity index, considering the three thirds of the root canal. In maxillary molars it was observed 94,30% of regular conic form; in mandibular molar were verified surface with conic regular form in 86,95% of samples. K₃ and Protaper showed a preparation with greater regularity index.

KEYWORDS: Nickel-titanium instruments; root canal preparation; cleaning and shaping.

INTRODUÇÃO

A endodontia mantém permanente discussão a respeito do modelo ideal para se preparar bem um canal radicular. A importância da relação do instrumento endodôntico com as substâncias irrigadoras durante o preparo do canal radicular, merece sempre ser enfatizada, uma vez que esta deve ser a mais favorável, respeitando-se os objetivos propostos e toda estrutura anatômica que compreende o sistema de canais radiculares.

A história da endodontia mostra a evolução dos instrumentos endodônticos¹⁻¹², bem como as mudanças ocorridas no entendimento das técnicas de instrumentação¹³⁻²¹.

A idéia de preparo em sentido coroa-ápice dentro dos inúmeros conceitos e observações permitiu mudanças expressivas na qualidade final a ser obtida. O surgimento de instrumentos flexíveis capazes de manter uma forma cônica afunilada como os instrumentos de níquel-titânio, detentores de características importantes como a superelasticidade e o efeito memória de forma, renovou e revigorou um panorama cheio de expectativas observado em diferentes momentos da endodontia¹⁶.

Diferentes instrumentos de níquel-titânio foram introduzidos no mercado endodôntico (ProFile, Quantec 2000, Greater Tapper, K3, Race, Hero 642, ProTaper). Estes instrumentos apresentam uma função muito especial, preparar um canal radicular cuja anatomia mostra-se complexa e particular. Desta forma, várias particularidades anatômicas do sistema de canais radiculares são observadas, especialmente as encontradas nos

molares²²⁻²⁴.

Frente à aplicação de todos estes recursos para se preparar os canais radiculares, constatam-se diferentes metodologias de estudo para se avaliar a qualidade final da forma a ser alcançada. Entre as metodologias destacam-se o emprego de canais artificiais, moldagem de canais radiculares, cortes histológicos, métodos radiográficos, método anatômico seccional, tomografia computadorizada.^{10,25-36}

Uma opção de estudo para se comparar a ação de diferentes instrumentos durante a modelagem, viável e de baixo custo é a moldagem do canal radicular preparado seguido de desmineralização dos dentes. A possibilidade de se verificar o reflexo do preparo do canal radicular em planos tridimensionais justifica o emprego deste método.

O objetivo deste estudo é analisar a influência de instrumentos de níquel-titânio na qualidade da modelagem radicular em molares superiores e inferiores.

MATERIAL E MÉTODO**Delineamento experimental**

Oitenta molares superiores e inferiores de humanos (primeiros e segundos), oriundos do Banco de Dentes do Centro de Ensino e Pesquisa Odontológica do Brasil (CEPOBRAS) foram envolvidos neste estudo, posterior a aprovação pelo comitê de ética da FO/UFG. Um dos critérios de inclusão envolveu os dentes cujo instrumento de número 15 (K-File, Maillefer, Dentsply, Switzerland) apresentasse

justo na cavidade pulpar. Entre os fatores de exclusão estavam dentes que apresentassem mineralizações na cavidade pulpar, reabsorções interna e/ou externa, tratamentos endodônticos anteriores, linhas de fratura e presença de instrumentos fraturados.

Após a seleção dos dentes, as raízes foram mensuradas, valendo-se da utilização de um paquímetro eletrônico digital (Paquímetro Eletrônico 797 – Starrett IP65, Chicago, USA). As medidas (em milímetros) foram realizadas nos três terços (cervical, médio e apical) de todas as raízes, tanto no sentido mésiodistal e vestibulopalatino / vestibulolingual. Os valores das medidas encontrados foram armazenados com finalidade de se obter as médias finais de todas as raízes nos diferentes terços radiculares. A seguir, as aberturas coronárias foram realizadas e as câmaras pulpares foram irrigadas com hipoclorito de sódio a 1% (HICLOR, Halex Istar, Goiânia, GO, Brasil). O preparo dos canais radiculares foi realizado 1 mm aquém do ápice radicular. Para uma melhor padronização das radiografias utilizou-se de uma plataforma.

Os dentes foram aleatoriamente distribuídos em quatro grupos de acordo com os diferentes tipos de instrumentos endodônticos, para cada grupo de dentes (molares superiores e inferiores) (Grupo 1 - K₃[®] (t. 0.02), SybronEndo, Sybron Dental Specialities, USA; Grupo 2 - ProTaper[®], Maillefer, Dentsply, Switzerland; Grupo 3 - ProFile[®] (t. 0.02), Maillefer, Dentsply, Switzerland; Grupo 4 - K-FlexoFile[®], Maillefer, Dentsply, Switzerland).

Durante o preparo dos canais radiculares, os dentes foram adaptados e estabilizados individualmente em uma morsa, a fim de permitir a execução mais próxima do ideal de cada técnica. Para a instrumentação dos dentes pertencentes aos grupos experimentais 1 a 3, utilizou-se o motor elétrico Endo-Plus[®] (Driller, São Paulo, SP, Brasil) na velocidade de 300 rpm e torque de 4 N/cm.

O preparo dos canais radiculares foi realizado por meio da técnica de instrumentação proposta por Estrela et al.¹⁴ (1992), com avanço progressivo cérvico-apical.

Para cada grupo de dentário (superior e inferior), pertencentes ao Grupo 1, o preparo foi realizado com os instrumentos K₃[®] (t. 0.02). Após a exploração e esvaziamento inicial com limas

manuais K-File até a de número 15, realizou-se o preparo cervical com os alargadores cervicais K₃[®] (25/.08 e 25/.10), seguido pela odontometria. Para o preparo apical o alargamento obedeceu a ordem de números entre 15 a 35 para os canais vestibulares (molares superiores) e canais mesiais (molares inferiores); e de 15 a 45 para os canais palatinos (molares superiores) e canais distais (molares inferiores). Para o Grupo 2, o preparo dos canais radiculares foi realizado com instrumentos ProTaper[®]. Posterior à exploração até o instrumento K-File, número 15 e odontometria, realizou-se o preparo do terço cervical com os instrumentos ProTaper SX, S1 e S2 e preparo apical os instrumentos ProTaper F1, F2 e F3. O Grupo 3 foi modelado com os instrumentos ProFile[®] (t. 0.02). Posterior à exploração e esvaziamento inicial até a lima K-File n^{os} 10-15, realizou-se o preparo do orifício de entrada e do terço cervical com os alargadores cervicais deste mesmo sistema (Orifice Shapers, n^{os} 1 a 4, acorde a anatomia). O preparo do terço apical foi realizado com os instrumentos ProFile (t. 0.02), n^{os} 15 a 35 para os canais vestibulares (molares superiores) e canais mesiais (molares inferiores); e n^{os} 15 a 40 para os canais palatinos (molares superiores) e canais distais (molares inferiores). No grupo 4, a seqüência desenvolvida obedeceu a exploração com limas K-File (números 10-15), seguido pelo preparo do terço cervical com brocas de Gates-Glidden nos n^{os} 1-2 para os canais vestibulares (molares superiores) e canais mesiais (molares inferiores) e n^{os} 1 a 3 para os canais palatinos (molares superiores) e canais distais (molares inferiores). O preparo do terço apical foi efetuado com limas K-Flexofile (n^{os} 15 a 35 para os canais vestibulares (molares superiores) e canais mesiais (molares inferiores) e limas K-Flexofile[®] n^{os} 15 a 40, K-File n^{os} 45 a 50 nos canais palatinos (molares superiores) e canais distais (molares inferiores).

Em todos os dentes, durante o preparo dos canais radiculares foi utilizada, como substância irrigadora, o hipoclorito de sódio a 1%. Durante a irrigação utilizou-se um volume de solução de 5 mL a cada troca de instrumento, utilizando-se o sistema de irrigação-aspiração NaviTip[®] (Ultradent Products, Ca, USA). Posterior à utilização do último instrumento endodôntico, os canais radiculares foram preenchidos com

solução de EDTA (trissódico, pH 7,2 - 17%), que permaneceu no interior dos canais radiculares por um período de 5 minutos. A seguir, os canais radiculares foram novamente irrigados com 5 mL de solução de hipoclorito de sódio 1%, secados com as cânulas aspiradoras CapillaryTips® (Ultradent Products, Ca, USA) montadas e acionadas em bomba a vácuo, seguido da utilização de cones de papel absorvente.

Moldagem dos canais radiculares

A moldagem dos canais radiculares preparados foi feita com o material de impressão Aquasil ULV® (Dentsply-Detrey, Germany), preparado de acordo com o fabricante, valendo-se do emprego da seringa do mesmo agente de moldagem e aspiração concomitante via forame apical, auxiliado por bomba a vácuo. Concluídas as moldagens dos canais radiculares e presa do material de impressão, os dentes foram submetidos à desmineralização em ácido clorídrico a 35% (Farmácia Erva Doce, Fabricação 20/12/2004, Goiânia, GO, Brasil) durante o período de 48 horas, com o intuito de se obter o molde dos canais radiculares preparados. Para a verificação da qualidade da morfologia interna os moldes foram analisados por três examinadores (Especialistas em Endodontia), utilizando-se, como auxiliar, um estereomicroscópio® (INAHL, México, México) com aumento de 10 vezes e adequada fonte de iluminação.

Os critérios de avaliação adotados frente os moldes obtidos, observados nos três terços das raízes permitiram os examinadores analisar a qualidade dos canais radiculares preparados, tridimensionalmente, em regular e irregular de acordo com Carrascoza & Pesce²⁶ (1994). A regularidade foi observada em formato cônico afunilado em sentido cérvico apical.

Posterior à análise dos moldes, os resultados foram tabulados e submetidos à análise estatística por meio do teste Qui-quadrado.

A partir da obtenção dos moldes foram obtidas medidas, valendo-se do mesmo paquímetro digital utilizado para medir as raízes no início do experimento. As medidas (em milímetros) foram realizadas nos três terços (cervical, médio e apical) de todos os canais radiculares modelados, tanto no sentido mésiodistal e vestibulopalatino / vestibulolingual. Os valores das medidas encontrados também foram

agrupados com finalidade de obter as médias finais de todos os moldes dos canais radiculares nos diferentes terços (cervical, médio e apical).

RESULTADOS

Os resultados das moldagens dos preparos radiculares de molares superiores e inferiores estão descritos nas Tabelas 1 a 6.

Nos molares superiores pode-se observar 94,3% de formas regulares cônicas afuniladas (Tabelas 1, 2 e 3), enquanto que nos molares inferiores superfícies regulares cônicas foram verificadas em 86,95% das amostras analisadas (Tabelas 4 a 6). Em decorrência das características dos instrumentos e técnicas analisadas, o terço cervical mostrou-se mais regular. De um modo geral, os instrumentos de níquel-titânio influenciaram positivamente na qualidade da forma regular cônica afunilada cérvico-apical, com destaque para o K₃ e o Protaper.

DISCUSSÃO

O conceito do preparo do canal radicular ideal relaciona-se ao adequado processo de sanificação, que em conjunto com a formatação alcançada auxilia na hospedagem eficiente do material obturador em condições de promover o adequado selamento endodôntico-coronário.

Entendendo a importância de se estabelecer um formato interno posterior a modelagem do canal radicular, que assegure o perfeito selamento endodôntico, a literatura apresenta diferentes investigações que analisaram técnicas de instrumentação^{6,10,13-15,18-21,37,38}. De outra parte, as propriedades dos instrumentos endodônticos também foram alvo de estudos^{2,8,10,17,37,39,40-47}.

O objetivo do presente estudo direcionou a avaliar a qualidade do preparo do canal radicular em molares superiores e inferiores, posterior ao emprego de instrumentos de níquel-titânio movidos a motor elétrico com rotação contínua (K3, ProTaper, ProFile) e de aço inoxidável (K-FlexoFile)..

O fator essencial na seleção do método de estudo foi possibilitar uma análise direta do molde do canal preparado em todos os sentidos (aspecto tridimensional - transversal e longitudinal). Contudo, pode-se observar vários

métodos de avaliação do desempenho de instrumentos e técnicas de instrumentação, como: canais artificiais^{21,30}, moldagem de canais radiculares^{26,27,29,32,48}, cortes histológicos^{36,49}, métodos radiográficos^{28,35,50}, método anatômico seccional²⁵, tomografia computadorizada^{5,31,33,34}.

A oportunidade da visão tridimensional do preparo do canal radicular, obtido por meio do método de moldagem em silicone de elevada precisão permite adequada aproximação do aspecto real. Todavia, não desmerece os estudos que se valeram de sobreposição de imagens, como métodos obtidos por tomadas radiográficas anterior e posterior ao preparo do canal radicular. Todos os testes apresentam vantagens e desvantagens. O emprego de canais artificiais feitos em blocos de resina também oferece justificativas apreciáveis para sua utilização, como a padronização da

conicidade do canal radicular, bem como o grau de curvatura da raiz. Deve-se entender e ficar evidente que são métodos de estudos *in vitro*, e que os resultados não devem ser extrapolados de forma direta para os procedimentos clínicos, sem levar em consideração as limitações inerentes a cada método em particular.

Outro aspecto a ser considerado, diz respeito aos critérios de avaliação da qualidade dos preparos dos canais radiculares. A dificuldade encontrada vinculou-se a ausência de parâmetros adequados quantitativos, que realmente permitissem reduzir as influências dos examinadores.

Assim, considerando os aspectos expostos, três especialistas em endodontia analisaram a qualidade das moldagens quanto à regularidade ou irregularidade do preparo do canal radicular. Outros estudos^{26,32} valeram-se destes mesmos

Tabela 1 – Qualidade das modelagens dos canais radiculares em molares superiores com instrumentos de níquel-titânio

Modelagem Cônica/ Afunilada Cérvico- apical	Instrumentos				Total
	K3	ProTaper	ProFile	FlexoFile	
Regular	506	527*	497	507	2037
Irregular	34	13*	43	33	123
N	540	540	540	540	2160

$\chi^2 = 16,58$ ($p = 0,001$)

Tabela 2 – Modelagens consideradas irregulares nos três terços radiculares dos molares superiores

Terço	Instrumentos				N	χ^2	P
	K3	ProTaper	ProFile	FlexoFile			
Cervical	1,1%	7,2%*	3,3%	3,8%	28	9,22	0,027*
Médio	2,2%	5,5%*	16,1%	6,1%	54	28,00	0,000*
Apical	3,8%	6,1%	4,4%	8,3%	41	4,01	0,260

* diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

critérios de avaliação qualitativa, o que se supõe uma interpretação das moldagens por diferentes profissionais e uma prévia análise do modelo experimental empregado.

Todavia, mesmo considerando os avanços tecnológicos conquistados ultimamente pela odontologia, o que adotam no momento como rotina profissional é uma simples verificação da qualidade do tratamento endodôntico valendo-se

da interpretação do aspecto radiográfico, que apresenta muitas limitações. Neste contexto, Estrela et al.¹⁴ (1992) destacaram que, clinicamente, conceituar e qualificar um canal bem preparado constitui tarefa desafiadora e difícil e, de modo especial, de cunho muito pessoal.

Na interpretação qualitativa dos moldes de canais radiculares dos molares estudados,

Tabela 3 – Médias das medidas (mm) mésiodistal e vestibulopalatino nos terços cervical, médio e apical dos canais preparados nos molares superiores

Raízes Canais	Medida Terço Cervical (MD)	Medida Terço Médio (MD)	Medida Terço Apical (MD)	Medida Terço Cervical (VP)	Medida Terço Médio (VP)	Medida Terço Apical (VP)
Raiz Mésio Vestibular	3,49	3,18	2,36	6,75	5,46	2,90
Raiz Disto Vestibular	3,14	2,91	2,15	5,09	4,15	2,39
Raiz Palatina	5,46	4,72	2,78	4,22	3,67	2,30
Canal Mésiovestibular	0,94	0,73	0,57	1,82	1,37	0,72
Canal Distovestibular	0,94	0,72	0,48	1,15	0,86	0,56
Canal Palatino	1,40	1,06	0,65	1,07	0,87	0,59

Tabela 4 – Qualidade das modelagens dos canais radiculares em molares inferiores com instrumentos de níquel-titânio

Modelagem Cônica/ Afunilada Cérvico-apical	Instrumentos				Total
	K3	ProTaper	ProFile	FlexoFile	
Regular	462	467	484	465	1878
Irregular	78	73	56	75	282
N	540	540	540	540	2160

$\chi^2 = 4,78$ (p= 0,19)

pode-se observar que nos dentes superiores houve 94,30% de formas regulares cônicas afuniladas, enquanto que, nos molares inferiores superfícies regulares cônicas foram verificadas em 86,95% das amostras analisadas. De um modo geral, os instrumentos de níquel-titânio influenciam positivamente na qualidade da forma regular cônica afunilada cérvico-apical, com destaque para os instrumentos K₃ e Protaper.

Outro modelo de estudo que merece destaque é o emprego de tomografias computadorizadas. Peters et al.⁵ (2003) avaliaram o desempenho dos instrumentos de níquel-titânio tipo ProTaper na modelagem de canais radiculares em variadas geometrias pré-operatórias. Molares superiores humanos extraídos foram escaneados antes e após o preparo com ProTaper utilizando-se de um microtomógrafo

computadorizado. Os canais foram reconstruídos tridimensionalmente e avaliados por volume, área de superfície, espessura, transporte e superfície preparada. Baseado em uma média de volume, os canais foram divididos em dois grupos: amplos e atresiados. Comparações foram realizadas entre as raízes mésovestibulares, distovestibulares e palatinas, assim como, entre canais amplos e atresiados. Observa-se que nos molares superiores preparados com ProTaper houve insignificantes erros de procedimentos. Estes instrumentos foram mais eficazes no preparo de canais radiculares atresiados do que nos mais amplos.

Levando-se em conta outras metodologias, porém, comparando os instrumentos de níquel-titânio com as limas de aço inoxidável vários

Tabela 5 – Modelagens consideradas irregulares nos três terços radiculares dos molares inferiores

Terço	Instrumentos				Total	χ^2	P
	K3	ProTaper	ProFile	FlexoFile			
Cervical	19,4%	16,6%	11,6%	9,4%*	103	9,19	0,027*
Médio	18,3%	17,7%	13,3%	23,8%	132	6,75	0,080
Apical	5,5%	6,1%	6,1%	8,3%	47	1,34	0,720

* diferença estatisticamente significativa (p<0,05)

Tabela 6 – Médias das medidas (mm) mésiodistal e vestibulopalatino nos terços cervical, médio e apical dos canais preparados nos molares inferiores

Raízes / Canais	Cervical (MD)	Médio (MD)	Apical (MD)	Cervical (VL)	Médio (VL)	Apical (VL)
Raiz Mesial	3,55	2,90	2,12	8,00	6,78	4,37
Raiz Distal	3,75	3,03	2,36	7,68	6,51	4,09
Canal Mésovestibular	0,87	0,65	0,47	1,15	0,91	0,60
Canal Mésiolingual	0,85	0,68	0,48	1,13	0,96	0,57
Canal Distal	0,93	0,75	0,51	2,76	2,83	1,56

estudos mostraram resultados expressivos para os de níquel-titânio^{6,7,38}. Schäfer & Florek⁶ (2003) compararam a habilidade de modelagem dos instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio K3 e limas K-FlexoFile manipuladas manualmente, utilizando canais simulados com curvaturas de 28° e 35°. A incidência de aberrações do canal, tempo de preparo, mudanças no comprimento de trabalho e falhas dos instrumentos foram também investigados. Os instrumentos K3 prepararam canais curvos rapidamente e com um mínimo de transporte em direção ao aspecto externo da curvatura. Fraturas ocorreram com maior frequência com instrumentos K3. Em outra pesquisa, Schäfer & Schlingemann⁷ (2003) determinaram a eficiência de limpeza e habilidade de modelagem em canais radiculares com curvaturas severas em dentes extraídos, preparados por instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio K3 comparados com limas manuais de aço inoxidável K-FlexoFile em 60 canais radiculares de molares superiores e inferiores com curvaturas em torno de 25° a 35°. Após o corte longitudinal das raízes, a quantidade de debris e de lama dentinária foi quantificada com base em uma escala de avaliação numérica, usando um microscópio eletrônico de varredura. Sob as condições do estudo realizado, as limas K-FlexoFile promoveram melhora significativa na remoção de debris do que os instrumentos K3. Por outro lado, instrumentos K3 mantiveram melhor a curvatura original.

A partir de uma metodologia similar à utilizada no presente estudo, Pereira³² (2004) comparou a morfologia de canais radiculares mésovestibulares de molares superiores utilizando-se limas tipo K-File e ProFile 0,04 pela técnica crown-down. Os resultados mostraram ausência de diferenças estatísticas significativas entre a técnica manual com limas de aço inoxidável e a rotatória com instrumentos de níquel-titânio, quanto ao desvio apical através de avaliação radiográfica; e, também, não houve diferença significativa entre as técnicas quando analisadas qualitativamente por meio de moldagens.

Iqbal et al.³ (2004) empregaram uma técnica radiográfica desenvolvida para comparar o transporte apical e a perda do comprimento de trabalho entre instrumentos níquel-titânio ProFile conicidade 0.06, série 29 e ProTaper[®]. Foram

utilizados canais mésovestibulares de 40 molares inferiores. Estes dentes foram aleatoriamente divididos em dois grupos: no grupo 1 foi instrumentado com ProFile e no grupo 2 com ProTaper, de acordo com as especificações do fabricante. Um aparato radiográfico especial construído com o sistema de radiografias digitais (Schick[®]) foi usado nas tomadas pré e pós-operatórias das amostras (angulações pré-determinadas, eixo central dos instrumentos iniciais e finais foram radiograficamente superpostos para determinar a perda do comprimento de trabalho e o grau de transporte do canal radicular em D₀, D₁, D₂ e D₄). Os resultados indicaram que tanto os instrumentos ProFile e ProTaper são similares na habilidade de promover alargamento do canal radicular com o mínimo de transporte e perda do comprimento de trabalho.

Uma preocupação durante o estudo piloto foi com a seleção da técnica de instrumentação dos canais radiculares e das limas endodônticas, em função da variedade de opções disponíveis no momento. Contudo, esta seleção foi realizada levando-se em consideração a necessidade de respostas quanto à melhor opção para o preparo dos canais radiculares, e quanto às mais discutidas cientificamente.

São apreciáveis e ponderáveis esses resultados, em virtude de fatores que podem influenciar, e entre os mais importantes encontram-se: a complexa anatomia interna, o modelo do instrumento endodôntico, a técnica operatória empregada e a habilidade, estado emocional e experiência do profissional (operador). Certamente que o nível de desempenho de algumas técnicas de instrumentação e conseqüentemente dos instrumentos endodônticos apresentam reflexos diretos frente à anatomia interna dos canais radiculares e ao estado e capacidade do operador¹⁶.

Um canal radicular bem modelado é o que alcança totalmente os objetivos propostos de esvaziamento e ampliação, mantendo um nível de satisfação anatômica em todo o sentido cérvico-apical, o que certamente facilitará a perfeita impermeabilização dos túbulos dentinários durante o ato da obturação do canal radicular⁵¹.

Levando-se em consideração as condições de trabalho e limitações da metodologia, as

técnicas e instrumentos testados foram passíveis de promover um preparo satisfatório em molares superiores e inferiores. Outros estudos devem ser desenvolvidos com o fim de se equacionar a expectativa de mais respostas e questionamentos quanto aos melhores instrumentos e técnicas de se modelar adequadamente o canal radicular.

CONCLUSÃO

Baseado na metodologia em consideração pode-se concluir que:

1. Nos molares superiores pode-se observar 94,30% de formas regulares cônicas afuniladas, enquanto que, nos molares inferiores superfícies regulares cônicas foram verificadas em 86,95% das amostras analisadas. De um modo geral, os instrumentos de níquel-titânio influenciam positivamente na qualidade da forma regular cônica afunilada cérvico-apical, com destaque para os instrumentos K₃ e Protaper.

REFERÊNCIAS

- 1 - Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper and ProFile systems: Breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod.* 2004; 30:234-237.
- 2 - Biz MT, Figueiredo JAP. Morphometric analysis of shank-to-flute ratio in rotary nickel-titanium files. *Int Endod J.* 2004; 37:353-358.
- 3 - Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S. Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2004; 37:359-364.
- 4 - Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2005; 38:08-16.
- 5 - Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J.* 2003; 36:86-92.
- 6 - Schäfer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2003; 36:199-207.
- 7 - Schäfer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2003; 36:208-217.
- 8 - Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-Titanium instruments: applications in Endodontics. Ihiyama Euro America Inc: St Louis; 1995.
- 9 - Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000; 33:297-310.
- 10 - Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *J Endod.* 1997; 23:698-702
- 11 - Turpin YL, Chagneau F, Vulcain JM. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. *J Endod.* 2000; 26:414-7.
- 12 - Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod.* 1988; 14:346-351.
- 13 - Batista A, Sydney GB. Preparo do canal curvo. *J Bras Endod.* 2000; 1:43-51.
- 14 - Estrela C, Pesce HF, Stefan IW. Proposição de uma técnica de preparo cervical para canais radiculares curvos. *Rev Odontol Brasil Central.* 1992; 2:21-25.
- 15 - Estrela C, Figueiredo JAP. Técnica híbrida para preparo de canais radiculares curvos. *Rev Odontol Brasil Central.* 2001; 10:14-21.
- 16 - Estrela C. *Ciência Endodôntica.* São Paulo: Artes Médicas; 2004.
- 17 - Lopes HP, Elias CN, Estrela C, Siqueira-Jr JF, Fontes PP. Influência de limas endodônticas de NiTi de aço inoxidável, manuais e acionadas a motor, no deslocamento apical. *Rev Bras Odontol.* 1997; 54:67-70.
- 18 - Marshall FJ, Papin J. A crown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. *Technique Manual.* Oregon Health Sciences University. Oregon: Portland; 1980.
- 19 - Pécora JD, Capelli A, Seixas FH, Marchesan MA, Guerisoli DMZ. Biomecânica rotatória: realidade ou futuro? *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2002; 56:4-6.
- 20 - Roane JB, Sabala CL, Duncanson Jr MG. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endod.* 1985; 11:203-211.

21 - Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975; 1:255-262.

22 - De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. *J Endod.* 1975; 1:361-366.

23 - Pucci EM, Reig R. Conductos radiculares. Anatomia, patologia y terapia. Montevideo: A. Barreiro y Ramos; 1945.

24 - Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics.* 2005; 10:3-29.

25 - Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation *J Endod.* 1987; 13:243-245.

26 - Carrascoza A, Pesce HF. Análise morfológica comparativa em dentes humanos extraídos de duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos. *Rev Odontol USP.* 1994; 8:51-55.

27 - Chen JE, Messe HH. A comparison of stainless steel hand and rotary nickel-titanium instrumentation using a silicone impression technique. *Australian Dental Journal.* 2002; 47:12-20.

28 - Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Suchina JA, Wang MM, Glickman GN. Analysis of nickel titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. *J Endod.* 1996; 22:603-607.

29 - Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972; 34:642-648.

30 - Dummer PMH, Alodeh MHA, Al-Omari MAO. A method for the construction of simulated canals in clear resin blocks. *Int Endod J.* 1991; 24:63-66.

31 - Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomography comparison of Ni-Ti rotary GTfiles versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J.* 2001; 34:476-484.

32 - Pereira KFS. Análise comparativa do preparo dos canais radiculares utilizando limas manuais de aço inoxidável e rotatórias de níquel-titânio. (Dissertação de Mestrado). Uberlândia: Faculdade de Odontologia da Universidade de Uberlândia; 2004.

33 - Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal

systems: A review. *J Endod.* 2004; 30:559-567.

34 - Rhodes JS, Pitt Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. *Int Endod J.* 2000; 33:279-285.

35 - Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971; 32:271-275.

36 - Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging pulp canal space. *J Endod.* 1976; 2:304-311.

37 - Blum JY, Machtou P, Ruddle CJ, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. *J Endod.* 2003; 29:567-575.

38 - Schäfer E, Zapke K. A comparison scanningelectron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod.* 2000; 26:660-664.

39 - Bjørndal L, Carlsen O, Thuesen G, Darvann T, Kreiborg S. External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. *Int Endod J.* 1999; 32:3-9.

40 - Bryant ST, Thompson SA, Al-omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J.* 1998; 31:275-281.

41 - Bryant ST, Thompson SA, Al-omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J.* 1998; 31:282-289.

42 - Bryant ST, Dummer PMH, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 1999; 32:155-164.

43 - Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of the canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod.* 1995; 21:173-176.

44 - Gambill JM, Alder M, DelRio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand – file instrumentation using computed tomography. *J Endod.* 1996; 22:369-375.

45 - Lopes HP, Elias CN. Fratura dos

instrumentos endodônticos de níquel-titânio acionados a motor. Fundamentos teóricos e práticos. Rev Bras Odontol. 2001; 58:207-210.

46 - Poulsen WB, Dove SB, DelRio CE. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. J Endod. 1995; 21:609-612.

47 - Zmener O, Marrero G. Effectiveness of different endodontic files for preparing curved root canals: a scanning electron microscopic study. Endod Dent Traumatol. 1992; 8:99-103.

48 - Goldman M, Sakurai-Fuse E, Turco J, White RR. A silicone model method to compare three methods of preparing the root canal. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1989; 68:457-461.

49 - Walker TL, Del Rio CE. Histological evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. J Endod. 1989; 15:49-59.

50 - Lopes HP, Elias CN, Estrela C, Siqueira-Jr JF. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. Braz Dent J. 1998; 9:39-45.

51 - Pesce HF, Estrela C, César OVS. Évaluation des variations de la longueur de travail après préparation du tiers coronaire des canaux radiculaires courbes. Revue Française D'Endodontie. 1994; 13:9-12.