

**UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA**

SERGIO HERRERO MORAES

**ANÁLISE TOMOGRÁFICA CONE BEAM E HISTOLÓGICA DO
PREPARO DO CANAL RADICULAR COM TRÊS SISTEMAS ROTATÓRIOS.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Orientador: Prof.Dr. Marcelo Gonçalves

ARARAQUARA

2010

Moraes, Sergio Herrero.

Análise tomográfica Cone-Beam e histológica do preparo do canal radicular com três sistemas rotatórios / Sergio Herrero Moraes. – Araraquara: [s.n.], 2010.

152 f. 30 cm

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia,
Orientador – Prof. Dr. Marcelo Gonçalves

1. Endodontia 2. Preparo de canal radicular 3. Tomografia computadorizada por raios X. I. Título.

DADOS CURRICULARES

SERGIO HERRERO MORAES

- Nascimento 29/04/1952 – Tupã – São Paulo
- Filiação Hilário de Almeida Moraes
- Angeles Herrero Salas Moraes
- 1971- 1974 Curso de graduação em Odontologia. Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná
- 1975 Estagiário da disciplina de endodontia do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná
- 1976-1978 Professor colaborador da disciplina de endodontia, nível de auxiliar de ensino do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná
- 1980-1981 Curso de especialização em endodontia. Sociedade de Promoção Social do Fissurado Lábio-Palatal. PROFIS/USP. Bauru.SP
- 1980- 1988 Professor assistente da disciplina de endodontia, do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná.
- 1982-1983 Curso de especialização em Radiologia Odontológica. Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná

- 1989-1998 Professor adjunto da disciplina de endodontia do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná
- 1992-1993 Curso de especialização em Periodontia. Sociedade de Promoção Social do Fissurado Lábio-Palatal. PROFIS/USP. Bauru. SP
- 1999- 2010 Professor titular da disciplina de endodontia do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná
- 1999-2002 Curso de pós-graduação, nível de mestrado. Faculdade de Odontologia de Marília. UNIMAR. Marília. SP
- 2006- 2010 Coordenador do curso de especialização em endodontia da Faculdade de Tecnologia Herrero
- 2007-2010 Curso de pós-graduação, nível doutorado, Faculdade de Odontologia de Araraquara. UNESP

AGRADECIMENTOS

Aos professores Mario Tanomaru Filho e Idomeo Bonetti Filho minha gratidão pela oportunidade de cursar pós-graduação, nível doutorado na Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP

Aos professores da disciplina de endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Mario Tanomaru Filho, Idomeo Boneti Filho, Roberto Miranda Esberard, Renato de Toledo Leonardo, Fábio Luiz Camargo Villela Berbert e Juliane Maria Guerreiro Tanomaru pelos ensinamentos e amizade

Ao professor Marcelo Gonçalves Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, meu orientador e conselheiro na execução deste trabalho

A colega Paula NaKazone do mestrado da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, pelas valiosas orientações na avaliação tomográfica

Ao colega do doutorado Guilherme Ferreira da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP pelo acompanhamento e ajuda na avaliação histológica

Ao professor Paulo Sérgio Cerri pelo interesse no meu trabalho e pela oportunidade de poder executar parte dele no laboratório de histologia

Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, UNESP.

Ao professor Clóvis Monteiro Bramante amigo e conselheiro nas horas
incertas

Aos colegas do doutorado Arnaldo Sant' Ana e Regina Carla de Pontes
Lima pela amizade e companheirismo

A professora Marilisa Carneiro Leão Gabardo da Faculdade Herrero pela
inestimável ajuda na análise estatística

Ao Webdesigner Wesley Gustavo Batista da Faculdade Herrero pela
inserção das figuras no trabalho

Ao técnico Luís Antônio Potenza da disciplina de histologia da Faculdade
de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” pela atenção no processo histológico

A Mara Amaral, José Alexandre Garcia, Rosangela Aparecida Silva dos
Santos e Flávia Sousa de Jesus, da secção de pós-graduação da Faculdade
de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” pela atenção e presteza

As bibliotecárias Marley.C.Chiusoli Montagnoli e Ceres Maria C.Galvão
de Freitas da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela orientação e revisão do
trabalho.

Aos meus colegas Egas Moniz de Aragão e Alexandre Heck da disciplina de Endodontia da Universidade Federal do Paraná, pelo espírito de equipe que me permitiu cursar o doutorado

A minha esposa Lucy Terezinha pela ajuda na organização das referências, pelo incentivo, apoio e suporte durante o período do doutorado

A minhas filhas Gabriela Fracasso Moraes e Luciana Fracasso Moraes pela valiosa ajuda na formatação do texto, críticas e conselhos na elaboração desse trabalho

HOMENAGENS

Ao prof.Dr. Mario Roberto Leonardo um dos maiores pesquisadores da endodontia Nacional e Internacional, pelos seus ensinamentos e seu exemplo de persistência, seriedade e dedicação ao ramo da endodontia

Aos meus pais, Hilário de Almeida Moraes e Angeles Herrero Salas Moraes, por me incentivar e orientar a estudar desde cedo, e pelo sacrifício que fizeram para que esse objetivo fosse alcançado.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	10
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE GRÁFICOS.....	17
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT	22
1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1 CAPACIDADE DE CORTE DOS INSTRUMENTOS DE NITI.....	29
2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.....	37
2.3 AVALIAÇÃO HISTOLÓGICA DO PREPARO DO CANAL RADICULAR	49
3 PROPOSIÇÃO	58
4 MATERIAL E MÉTODO	60
4.1 PREPARO DOS CANAIS RADICULARES	61
4.2 CAPACIDADE DE CORTE DOS INSTRUMENTOS DE NITI.....	62
4.3 ANÁLISE TOMOGRÁFICA COMPUTADORIZADA	63
4.4 ANÁLISE HISTOLÓGICA.....	66
5 RESULTADO	73
5.1 DA CAPACIDADE DE CORTE DOS INSTRUMENTOS	73
5.2 DA ANÁLISE TOMOGRÁFICA COMPUTADORIZADA	74
5.2.1 ANÁLISE DA ÁREA DO CANAL ANTES E DEPOIS DO PREPARO.....	75

5.2.1.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS ROTATÓRIOS DA ÁREA DO CANAL ANTES E DEPOIS DO PREPARO.....	78
5.2.2 PERCENTAGEM DO ALARGAMENTO DO DIÂMETRO MÉDIO-DISTAL DO CANAL.....	81
5.2.2.1 COMPARAÇÃO DA PORCENTAGEM DO ALARGAMENTO DO DIÂMETRO MÉDIO-DISTAL DO CANAL ENTRE OS SISTEMAS ROTATÓRIOS.....	84
5.2.3 ANÁLISE DA CENTRALIZAÇÃO DO CANAL.....	87
5.2.4 ANÁLISE DO TRANSPORTE DO CANAL.....	91
5.3 DA ANÁLISE HISTOLÓGICA.....	94
6 DISCUSSÃO.....	108
6.1 DOS MATERIAIS E MÉTODOS.....	108
6.2 DOS RESULTADOS.....	111
6.2.1 DA CAPACIDADE DE CORTE DOS INSTRUMENTOS.....	111
6.2.2 DA ANÁLISE TOMOGRÁFICA COMPUTADORIZADA.....	117
6.2.3 DA ANÁLISE HISTOLÓGICA.....	122
7 CONCLUSÃO.....	129
8 REFERÊNCIAS.....	131
ANEXO.....	151

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Plataforma de acrílico com blocos de silicone e dentes.	61
FIGURA 2.- Pesagem do dente antes do preparo.....	63
FIGURA 3- Tomografia computadorizada do dente antes e depois do preparo do canal méso-vestibular, com as mensurações feitas no sentido méso-distal, nos terços apical, médio e cervical da raiz.....	64
FIGURA 4- Esquema representativo da avaliação tomográfica em cada corte antes (A) do preparo dos canais radiculares e depois do preparo (B).	65
FIGURA 5- Terço médio do canal radicular, preparado pelo sistema rotatório Protaper. HE.4X.	67
FIGURA 6-. Mensuração das irregularidades no canal radicular com o perímetro de cada área. HE.4X.....	68
FIGURA 7-. Perímetro total do canal radicular em micrômetros (μm). HE.4X..	69
FIGURA 8- Terço cervical do canal preparado pelo sistema rotatório ProTaper com a grade milimetrada e os 10 quadrados horizontais e verticais. HE.4X....	70
FIGURA 9- Contagem dos resíduos nas intersecções dos quadrados. HE. 4X.	71
FIGURA 10- Terço cervical do canal radicular preparado com ProTaper. HE.4X.	98
FIGURA 11- Terço médio do canal radicular preparado com ProTaper. HE.4X.	99
FIGURA 12-.Terço apical do canal radicular preparado com ProTaper. HE.4X.	100
FIGURA 13- Terço cervical do canal radicular preparado com Mtwo. HE.4X.	101

FIGURA 14- Terço médio do canal radicular preparado com Mtwo. HE.4X... 102
FIGURA 15- Terço apical do canal radicular preparado com Mtwo.HE.4X. ... 103
FIGURA 16- Terço cervical do canal radicular preparado com K3.HE.4X. 104
FIGURA 17- Terço médio do canal radicular preparado com K3. HE.4X. 105
FIGURA 18- Terço apical do canal radicular preparado com K3.HE.4X. 106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Sistemas rotatórios, número de instrumentos, seqüência de uso e tapers	62
Tabela 2- Massa em gramas (g) dos dentes antes e depois do preparo e a diferença de massa entre os três sistemas rotatórios	73
Tabela 3- Variação da área do canal antes e depois do preparo, nos terços cervical médio e apical no sistema ProTaper (%)	75
Tabela 4- Área do canal antes e depois do preparo, nos terços cervical médio e apical no sistema Mtwo (%).....	76
Tabela 5- Área do canal antes e depois do preparo, nos terços cervical médio e apical no sistema K3 (%).....	77
Tabela 6- Área do canal antes e depois do preparo, entre os sistemas rotatórios no terço cervical (%).....	78
Tabela 7- Área do canal antes e depois do preparo entre os sistemas rotatórios no terço médio(%).....	79
Tabela 8- Percentagem da área do canal antes e depois do preparo entre os sistemas rotatórios no terço apical	80
Tabela 9- Percentagem de alargamento do diâmetro mésio-distal do canal no sistema ProTaper	81
Tabela 10- Alargamento do diâmetro mésio-distal do canal no sistema Mtwo.(%)	82
Tabela 11- Alargamento do diâmetro mésio-distal do canal no sistema K3(%)	83
Tabela 12- Percentagem de alargamento do diâmetro do canal no sentido mésio-distal entre os sistemas rotatórios	85

Tabela 13- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal entre os sistemas rotatórios (%).....	86
Tabela 14- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal entre os sistemas rotatórios (%).....	87
Tabela 15.- Centralização vestibulo-palatino nos grupos (%)	88
Tabela 16- Comparação da centralização vestibulo-palatino entre os terços da raiz méso-vestibular no grupo Protaper (%)	88
Tabela 17- Comparação da centralização vestibulo-palatino entre os terços da raiz méso-vestibular e grupos (%)	88
Tabela 18- Comparação entre os grupos no terço apical da raiz méso-vestibular (%)	89
Tabela 19- Centralização méso-distal nos grupos (%)	90
Tabela 20.- Comparação entre os terços da raiz e os grupos (%)	90
Tabela 21- Transporte vestibulo-palatino do canal radicular nos grupos (%) ..	91
Tabela 22- Comparação entre os terços da raiz e os grupos (%)	91
Tabela 23- Transporte méso-distal do canal radicular nos grupos (%)	92
Tabela 24- Comparação entre o terço cervical, médio e apical no grupo Mtwo (%).....	93
Tabela 25- Comparação entre o terço cervical, médio e apical e os grupos (%)	93
Tabela 26- Comparação entre os grupos no terço apical da raiz (%)	93
Tabela 27- Irregularidades na parede do canal radicular em cada grupo (%)..	94
Tabela 28- Comparação das irregularidades na parede do canal entre grupos e terços da raiz méso-vestibular (%)	95
Tabela 29- Resíduos no canal radicular em cada grupo (%)	96

Tabela 30- Comparação entre os terços da raiz mésio-vestibular no grupo K3 (%)..... 96

Tabela 31- Comparação de resíduo no canal radicular entre os grupos (%) ... 96

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Massa em gramas (g) antes e depois do preparo do canal em cada sistema rotatório.	74
GRÁFICO 2- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) com o sistema ProTaper (%).	76
GRÁFICO 3- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) com o sistema Mtwo (%).	77
GRÁFICO 4- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) com o sistema K3 (%).	78
GRÁFICO 5- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) entre os sistemas rotatórios no terço cervical (%).	79
GRÁFICO 6 - Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) entre os sistemas rotatórios no terço médio (%).	80
GRÁFICO 7- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) entre os sistemas rotatórios no terço apical (%).	81
GRÁFICO 8- Alargamento do diâmetro mesio-distal do canal antes e depois do preparo no sistema ProTaper (%).	82
GRÁFICO 9- Alargamento do diâmetro mesio-distal do canal antes e depois do preparo no sistema Mtwo (%).	83
GRÁFICO 10- Alargamento do diâmetro mesio-distal do canal antes e depois do preparo no sistema K3 (%).	84
GRÁFICO 11- Alargamento do diâmetro mesio-distal do canal entre os sistemas rotatórios(%).	85
GRÁFICO 12- Alargamento do diâmetro mesio-distal do canal antes e depois do preparo entre os sistemas rotatórios (%).	86

GRÁFICO 13- Alargamento do diâmetro méσιο- distal do canal antes e depois do preparo entre os sistemas rotatórios (%).....	87
GRÁFICO 14- Centralização vestibulo -palatino nos grupos e nos terços da raíz méσιο-vestibular (%).....	89
GRÁFICO 15.- Centralização méσιο-distal nos grupos e terços da raíz méσιο-vestibular.....	90
GRÁFICO 16- Transporte vestibulo-palatino nos grupos e nos terços da raíz méσιο-vestibular (%).....	92
GRÁFICO 17- Transporte méσιο-distal do canal radicular nos grupos e nos terços da raíz méσιο-vestibular (%)	94
GRÁFICO 18- Irregularidades na parede do canal radicular em cada grupo e terço da raíz méσιο-vestibular	95
GRÁFICO 19- Resíduos no canal radicular em cada grupo e terço da raíz méσιο-vestibular	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

#	número
%	percentagem
CBCT	tomografia computadorizada cone beam
G	Gauge
K	lima tipo K
mm	milímetro
N	Newton
n	número de amostras
NaOCl	hipoclorito de sódio
Ncm	Newton por centímetro
s	segundos
µm	micrômetros
g	gramas
rpm	rotação por minuto
min	minuto
n=	número de amostras
X	vezes de aumento
mA	miliampere
Kv	quilovolt
Hz	Hertz

RESUMO

O presente estudo teve como objetivos a análise tomográfica e histológica do preparo do canal radicular com três sistemas rotatórios de NiTi: ProTaper (grupo 1), Mtwo (grupo 2) e K3 (grupo 3). Trinta e seis molares superiores foram radiografados pela técnica de tomografia cone beam (feixe cônico) antes e depois do preparo rotatório do canal méso-vestibular. Os dentes foram pesados antes e depois do preparo para analisar a capacidade de corte dos instrumentos pela remoção de dentina. Aumento na área do canal, no alargamento do comprimento méso-distal do canal, centralização e transporte do canal nos terços cervical, médio e apical foram analisadas nas tomografias computadorizadas transferidas para o *software Canvas 11*. Após o preparo dos canais radiculares as raízes foram descalcificadas, cortadas com 6 µm de espessura e coradas com hematoxilina-eosina, para exame das irregularidades das paredes de dentina do canal radicular e da presença de resíduos no canal. Para avaliar estatisticamente os resultados foi utilizado o método de variância (ANOVA). Os resultados revelaram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. ProTaper removeu significativamente mais dentina do que Mtwo e K3 ($p < 0,05$). Mtwo removeu mais do que o K3 ($p < 0,05$). ProTaper, Mtwo e K3 aumentaram significativamente a área do canal depois do preparo ($p < 0,05$). A diferença foi significativa no terço cervical entre ProTaper e K3 ($p < 0,05$), Mtwo e K3; terço médio entre ProTaper e K3 ($p < 0,05$), Mtwo e K3 ($p < 0,05$); no terço apical entre ProTaper e K3 ($p < 0,05$), Mtwo e K3 ($p < 0,05$). ProTaper, Mtwo e K3 aumentaram significativamente o comprimento méso-distal do canal. A diferença foi significativa entre ProTaper e K3 ($p < 0,05$), Mtwo e K3 nos terços cervical, médio e apical. Na avaliação da centralização do canal foi encontrada diferença significativa de desvio entre os grupos no terço apical, ProTaper > K3 ($p < 0,05$) para palatino. No transporte do canal houve desvio nos três grupos, com diferença significativa entre Mtwo e K3 para

mesial. Quanto às irregularidades nas paredes de dentina do canal radicular a menor percentagem foi $24,3 \pm 4,5\%$ (ProTaper) terço apical e a maior $36,7 \pm 11,3\%$ (K3) terço apical. A diferença foi significativa no terço apical entre ProTaper e K3 ($p < 0,05$) e Mtwo e K3 ($p < 0,05$). A menor percentagem de presença de resíduos no canal foi $1,1 \pm 0,8\%$ (ProTaper) terço apical e a maior $5,2 \pm 1,9\%$ (K3) terço cervical. A diferença foi significativa entre ProTaper, Mtwo e K3 ($P < 0,05$) nos terços cervical, médio e apical. As conclusões são que os três sistemas rotatórios tiveram diferenças significativas na capacidade de corte da dentina, no aumento da área do canal preparado e do diâmetro mésio-distal, na irregularidade das paredes de dentina e na limpeza do canal.

Palavras - chave: Endodontia; Preparo do canal radicular; Tomografia computadorizada por Raios-X.

ABSTRACT

The key goal of the present study was the histological and tomographic analysis of the root canal preparation with three NiTi rotatory systems: ProTaper (group 1), Mtwo (group 2) e K3 (group 3). Thirty six maxillary molar teeth were radiographed with the cone beam technique before and after the mesial-buccal root canal preparation. The teeth were weighted before and after preparation to analyse dentine removal capacity of the cutting instruments. Images from computed tomography were transferred to the software *Canvas 11* to allow for analysis of the increase of the root canal area, the widening of the mesial-distal distance, and the root canal centring and transport in the cervical, mesial and apical thirds. After the root canal preparation, the roots were decalcified, cut to 6 μm thickness, from the cervical third to the apical one and dyed with hematoxylin-eosin. The roots were then analysed as to irregularities in the dentine wall of the root canal, and presence of any residue. The variance method (ANOVA) was used to statistically evaluate the results, which presented statistically relevant difference amongst the groups. ProTaper removed dentine more significantly than Mtwo and K3 ($p < 0,05$). Mtwo removed more than K3 ($p < 0,05$). All groups presented significant increase in the area of the root canal after preparation ($p < 0,05$), mainly in the cervical third and the apical third. Cervical third the difference was ProTaper and K3 ($p < 0,05$), Mtwo and K3, and in the apical third the difference was ProTaper and K3 ($p < 0,05$), Mtwo and K3 ($p < 0,05$). Protaper, Mtwo e K3 significantly increased the mesial-distal distance

of the root canal, in the following proportion in the cervical, mesial and apical thirds: ProTaper and K3 ($p < 0,05$) , Mtwo and K3. In evaluating the centring of the root canal, the significant difference was found in the apical third, ProTaper and Mtwo and K3 ($p < 0,05$). In the root canal transport, the deviation was present in all groups, with significant difference between Mtwo and K3 in the apical group. The lower percentage of irregularity in the root canal dentine wall was $24,3\% \pm 4,5\%$ (ProTaper) in the apical third, and the highest percentage was $6,7\% \pm 11,3\%$ (K3), also in the apical third. Difference in the apical third was significant between ProTaper and K3 ($p < 0,05$) for palatal, and between Mtwo and K3 ($p < 0,05$) for mesial. As for the presence of residue, the lowest percentage was $1,1\% \pm 0,8\%$ (ProTaper) in the apical third and the highest one was $5,2\% \pm 1,9\%$ (K3) in the cervical third. There was significant difference in the cervical, mesial and apical thirds amongst the groups ProTaper, Mtwo and K3 ($p < 0,05$). It can be concluded that the three rotatory systems had significant difference in the cutting capacity of the dentin, in the increase of the root canal preparation area and mesial-distal diameter, in the irregularities on the dentine wall and in the cleanliness of the root canal.

Key-words: Endodontics; Root Canal Preparation; X-Ray Computed Tomography.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A limpeza, desinfecção e o preparo da forma do canal pelos instrumentos endodônticos rotatórios de NiTi tem proporcionado um alargamento cônico do canal com rapidez, qualidade e facilidade. Dentre as propriedades dos instrumentos rotatórios de NiTi, destacam-se, flexibilidade, capacidade de corte, resistência à fratura e memória elástica^{4, 9, 16, 22, 25, 26, 27, 38, 46, 53, 54, 68, 127, 128, 133, 136, 139}. A capacidade de corte dos instrumentos tem sido avaliada por movimentos lineares e rotatórios, com introdução e retrocesso do instrumento, somente introdução ou ainda contato com força determinada, em canais de dentes humanos extraídos, canais artificiais, disco de dentina, blocos de resina ou de osso bovino^{61, 73, 77, 78, 79, 81, 96, 98, 106, 107, 109, 113, 114, 124, 125}. Para mensurar o corte do instrumento no osso bovino Newman et al.⁷⁸ (1983) usaram a profundidade de corte, tempo de atuação e número de usos. Webber et al.¹⁴¹ (1980) avaliaram a perda de massa do osso bovino e Oliet, Sorin⁸¹ (1973) o tempo de penetração do instrumento no espécime. Mais recentemente Uyanik et al.¹³² (2006), Shen Haapasalo¹¹³ (2008) analisaram tridimensionalmente o corte do instrumento pelo aumento do volume do canal em tomografia micro computadorizada.

A tomografia computadorizada é um método não invasivo que tem sido utilizado para avaliar o preparo do canal tridimensionalmente. Com a tomografia computadorizada é possível avaliar a estrutura anatômica do canal antes e após o preparo. Pode ser usada para avaliar o transporte apical do canal, conformação final do canal após diferentes técnicas empregadas, desgaste de paredes, aumento do volume do canal Gambill et al.³⁷ (1996),

Introdução

Rhodes et al.¹⁰¹ (1999), Rhodes et al.¹⁰² (2000), Bergmans et al.¹⁴ (2001), Garip , Günday³⁹ (2001) Gluskin et al.⁴² (2001), Peters et al.⁹¹ (2001), Tasdemir¹²² (2005).

O debridamento consiste na completa remoção de *debris* orgânicos (tecido pulpar) e inorgânicos (dentina) oriundos do canal radicular que podem abrigar microrganismos e também impedir a obturação completa do sistema de canais radiculares. Para Martin, Cunningham^{69,70} (1980) essa fase é considerada a chave para o sucesso do tratamento endodôntico. Por meio da avaliação histológica, esses autores mostraram a maior capacidade de limpeza do ultra-som quando comparado a técnica manual de preparo. Walton¹⁴⁰ (1976) mostrou a grande dificuldade de limpeza dos canais curvos e atresicos com a técnica manual. Siqueira et al.¹¹⁶ (1997), Burleson et al.²⁰ (2007) destacaram a dificuldade de limpeza dos canais na presença de istmos com as técnicas manual e mecânica, mesmo com irrigação de NaOCl 5%. Gambarini³⁶ (1999) estudou, em microscopia eletrônica de varredura, a associação dos líquidos irrigadores NaOCl 5%, EDTA 17% e agente tensoativo X-100, ao preparo mecânico com o sistema Profile. O autor destacou a importância da associação do líquido irrigador/preparo, principalmente a irrigação final. Peters et al.⁹⁰ (2003) reportaram que o instrumento rotatório de NiTi pode deixar 35% da área da superfície do canal intocada. Barbizam et al.¹² (2002), Fariniuk et al.³³ (2003), Passarinho-Neto⁸⁵ (2006), De Deus, Garcia³⁰ (2009) verificaram que nenhum sistema manual ou mecânico resulta na limpeza completa do canal. Embora a tomografia micro computadorizada forneça inúmeras informações quanto à forma, direção e volume do preparo, ela não mostra a limpeza e as imperfeições das paredes do canal provocadas pelo preparo. Como bem

Introdução

salientou Leonardi⁶⁶ (2008), os métodos de avaliação do preparo do canal, radiográfico, mufla de Bramante et al.¹⁷ (1987) e histológico, não devem ser vistos isoladamente.

Em canais retos o preparo com instrumentos rotatórios é relativamente fácil, mas em canais curvos existe a possibilidade de transporte do canal, principalmente no terço apical, perfurações, degraus, descentralização do canal e fratura do instrumento. O desenho do instrumento na sua forma seccional e na ponta, conicidade, presença de lâminas radiais, número de espiras e distância entre elas, podem produzir preparos distintos entre instrumentos de desenhos diferentes. Logo é de grande interesse na endodontia avaliar instrumentos rotatórios já em uso e bem estudados, com os novos instrumentos lançados pelos fabricantes, a fim de permitir o aperfeiçoamento desses observando suas qualidades e limitações.

REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CAPACIDADE DE CORTE DOS INSTRUMENTOS DE NITI

Webber et al.¹⁴¹ (1980) determinaram a eficiência de corte dos instrumentos endodônticos com movimentos lineares (limagem) de introdução e retrocesso em osso bovino úmido. Foram comparados, o tipo, o tamanho e a quantidade de corte do instrumento através da perda de massa. As secções transversais e instrumentos avaliados foram: alargador quadrado, lima quadrada, lima triangular, alargador triangular e lima Hedstroem circular. Inicialmente, os instrumentos de maior calibre (#50) removeram mais material do que os de calibre #30. A diferença desapareceu após 10 minutos de instrumentação. Instrumentos de secção triangular foram mais eficientes do que os de secção quadrada do mesmo calibre, mas perderam o corte mais rapidamente. As limas Hedstroem apresentaram a mais baixa eficiência e a mais rápida perda de corte do que os demais instrumentos testados.

Neal et al.⁷⁷ (1983) verificaram a habilidade de corte da lima tipo K #30 de aço inoxidável usando 500 movimentos com força determinada de 150g num equipamento desenvolvido para os testes. As limas foram testadas em blocos de polimetilmetacrilato com movimentos de 100, 250 e 500 vezes, num primeiro bloco. No segundo bloco, os movimentos foram de 750, 1000 e 1500, no terceiro bloco, movimentos de 2000 vezes. No total cada lima fez 6100 movimentos. A profundidade dos cortes foi mensurada em microscópio de luz óptico de 85X. A habilidade de corte da superfície do instrumento não decresceu como resultado dos 6100 movimentos. Essa habilidade de corte

Revisão de literatura

variou consideravelmente em cada lima. O desgaste da lima não teve um efeito significativo na habilidade de corte das limas.

Newman et al.⁷⁹ (1983) estudaram a eficiência de corte de sete diferentes marcas, de seis fabricantes de limas endodônticas em movimento linear. Os autores construíram um aparelho para determinar a eficiência de corte das limas, mensurando a profundidade de corte em osso bovino, com 200g de força, após 3 min de contato e 3 cortes com o mesmo instrumento. Duas limas tradicionais tipo K (Kerr, Union Broach) tamanhos 20, 25 e 30 foram comparadas às limas K-Flex, Star Flex-File, R&R BurnsUnifile, Whaledent e Unitek. Os resultados apontaram para a maior habilidade de corte da lima Star Flex-File, seguida da lima Kerr K-file. Os instrumentos que apresentavam secção transversal triangular e maior número de lâminas mostraram-se mais eficientes no corte. Os instrumentos no segundo corte perderam aproximadamente metade da sua capacidade quando comparado ao primeiro corte.

Anderson et al.⁴ (1985) mediram e compararam a capacidade de corte, no movimento de tração, das limas de secção transversal quadrada e romboidal em um aparelho padronizado com controle da força e da pressão das limas na amplitude e no número de movimentos. Determinou-se a eficiência de corte, medindo-se a profundidade do mesmo em blocos de polimetilmetacrilato. Logrou-se a capacidade de corte estaticamente significativa mais importante com instrumentos romboidais #30, #35 e #40. Entretanto, entre os #20 e #25 não houve diferença significativa.

Miserendino et al.⁷³ (1986) analisaram a eficiência de corte da ponta dos instrumentos dos fabricantes Kerr (lima K, alargador e lima K-flex), Union

Revisão de literatura

Broach (lima e alargador) e Burns (Unifile e Dynatrack). Quarenta e quatro instrumentos #50 utilizados em osso bovino com movimentos oscilatórios de um quarto de volta no sentido horário acoplados à peça de mão Giromatic (Mlcromega) presa à máquina para testes Instron (Instron Corp.) Seis instrumentos de cada tipo e fabricante foram testados ambos 0,40 e 0,3mm de diâmetro em canais artificiais para um total de 42 testes para cada diâmetro. Os resultados revelaram que os instrumentos com ângulo entre 60° e 69°, comprimento da ponta entre zero e 0,49mm, geometria piramidal e secção transversal triangular cortaram mais que demais configurações estudadas. Os autores concluíram que essas características analisadas nos instrumentos têm influência na capacidade de corte.

Miserendino et al.⁷⁴ (1988) compararam o efeito de corte de três instrumentos híbridos Flex-R, K-Flex, S File, com os instrumentos tradicionais K File e Hestrom File em canais artificiais compostos de resina epóxi. Os resultados foram avaliados pela perda de massa dos canais. Os instrumentos S File e Hedstrom cortaram significativamente mais do que os outros instrumentos.

Yguel - Henry et al.¹⁵⁴ (1990) avaliaram a eficiência de corte mensurando a influência da configuração do instrumento e da lubrificação na máquina para testes Instron. A eficiência de corte foi avaliada pelo desgaste em osso bovino, como substituto da dentina. A eficiência de corte para o K file e H-file foi apresentada com um aprimoramento na rugosidade do instrumento. A lubrificação aumentou a eficiência de corte em + 200% para o instrumento K file e 30% para o instrumento H file. A água e hipoclorito de sódio a 2,5% tiveram efeito equivalentes.

Revisão de literatura

Moraes et al.⁷⁶ (1991) verificaram a deformação apical de canais curvos com os instrumentos K-file, K-flex, Trifile e Flexofile do # 15 ao 35 usando quatro vezes o mesmo instrumento. A avaliação radiográfica mostrou que o instrumento Flexofile manteve mais o trajeto original do canal, seguido do Trifile e K-Flex, sem diferença significativa entre eles. O instrumento K-file foi o que mais desviou do trajeto original do canal. A formação de zip estava diretamente relacionada ao diâmetro do instrumento e ao primeiro uso no qual ainda não houve perda de corte do instrumento.

Yguel-Henry, Stebut¹⁵³ (1994) verificaram a perda de eficiência de corte nos instrumentos #15 tipo Hedstrom e K. Os instrumentos foram avaliados na deformação plástica e perda de corte. A indução da deformação plástica pode baixar a eficiência de corte do instrumento H em aproximadamente 50%. Para este instrumento especial cuidado é requerido na ponta e na lâmina durante a usinagem para evitar fratura in vivo.

Tepel et al.¹²⁴ (1995) estudaram o corte de diferentes instrumentos manuais em canais curvos artificiais usando um dispositivo com acionamento automático. A eficiência de corte foi analisada em canais artificiais cilíndricos curvos (42°) de 17mm de comprimento, com instrumentos #25 e #35 (incrementos de #15 a #35) com movimentos rotatórios lineares, a 30 rpm, sem força vertical, exceto 5,0 N de força oriunda do suporte do espécime. Os seguintes instrumentos foram analisados: Anteaos (lima FlexCut e alargador), Brasseler (alargador) Kerr (alargador e limas K-flex e K), Maillefer (alargador, flexoalargador), K-file, (flexoalargador Batt-tip, K-Flexofile, K-Flexofile Batt-tip), Meisinger (alargador e lima K), Micromega (alargador e lima K), Roeko (alargador e lima K), Union Broach (Flex-R-file). As conclusões, para aplicação

Revisão de literatura

clínica dos instrumentos, foram que os instrumentos flexíveis têm maior capacidade de corte do que as limas tipo K convencionais e, especialmente, os alargadores reduzem o tempo de instrumentação. O desenho da ponta do instrumento tem influência na forma do preparo do canal. Pontas modificadas sem corte (Batt – tips) deixam melhor o preparo porque mantêm melhor a guia no centro do canal. A eficiência de corte não é afetada por essas modificações. Contudo, os instrumentos flexíveis com modificações na ponta têm sua eficiência melhorada quando comparados aos instrumentos de pontas convencionais.

Haikel et al.⁴⁸ (1996) mensuraram a capacidade de corte dos instrumentos # 030 K-reamer (Maillefer), Flexofile (Maillefer) Helifile (Micro-mega), K-flex (Kerr) e Unifle (de Trey). Os instrumentos foram testados em uma placa de Plexiglas com movimentos de um quarto de volta no sentido horário, seguido do movimento de retrocesso, com força de 325g e irrigação com 85ml/s de água. A capacidade de corte foi mensurada baseada na remoção da massa de plexiglas numa balança analítica. O instrumento Unifle teve a melhor capacidade de corte seguida da Flexofile, Helifile e K-flex. O instrumento K-reamer resultou na menor capacidade de corte.

Tepel, Schafer¹²³ (1997) publicaram um artigo de revisão na qual os autores apontam que as principais características de um instrumento endodôntico são eficiência de corte e a habilidade de alargar um canal curvo sem provocar mudanças na forma como transporte apical e degraus. Quanto à eficiência de corte os instrumentos sem corte na ponta produzem melhor forma em canais curvos.

Revisão de literatura

Schäfe, Lau¹⁰⁸ (1999) confrontaram a eficiência de corte dos instrumentos de NiTi e aço inoxidável Profile série 29 com instrumentos de aço inoxidável Flexoreamer em canais curvos de dentes extraídos. A capacidade de corte em movimentos rotatórios do Flexoreamer foi significativamente maior do que os instrumentos de aço inoxidável e de NiTi Profile.

Yared et al.¹⁵¹ (2001) estudaram a influência da velocidade rotacional, torque e proficiência do profissional com o sistema rotacional de NiTi Profile. O estudo foi feito em molares inferiores e superiores extraídos com os instrumentos Profile # 40-15 com taper 6% usando a técnica crown-down. A velocidade variou de 150 a 350rpm e o torque de 20,30 e 55 Ncm. A velocidade de 150rpm foi a que mais reduziu o bloqueio do instrumento, fratura e deformação. Não houve influência estatisticamente significativa quanto ao torque.

Peter, Barbakow⁹⁰ (2002) analisaram o torque e a força gerada durante o preparo dos canais simulados em blocos plásticos e dentes humanos extraídos, com os instrumentos rotatórios de NiTi Profile 0,4. O mais baixo e mais alto torque foram registrados em canais de blocos plásticos com 25Nmm e em canais naturais com 14Nmm. As forças que causaram a fratura do instrumento variaram de 3.7 para 32.3Nmm. Apicalmente as forças variaram de 1 para 7,5N. O número de ciclos variou de 18 a 41 durante o preparo dos canais. Os instrumentos #15, 30 e 45 Profile 0,4 fraturaram depois 481, 430 e 402 ciclos respectivamente no teste de fadiga cíclica.

Garala et al.³⁸ (2003) compararam a espessura mínima remanescente da parede do canal após o preparo do canal com os sistemas rotatórios de NiTi

Revisão de literatura

Profile e Hero 642. Vinte e seis molares inferiores foram incluídos em blocos de resina e avaliados antes e após o preparo dos canais. As secções foram feitas com intervalo de 2mm a partir da furca, totalizando 5 cortes. A média da espessura de dentina removida durante o preparo variou de 0,2mm a 0,08mm para o Profile e de 0,2mm a 0,07mm para o Hero 642. A instrumentação com ambos os sistemas rotatórios de NiTi não compromete a espessura da parede do canal.

Schäfer, Vlassis¹¹⁰ (2004) verificaram a habilidade dos instrumentos rotatórios de NiTi ProTaper e Race em dar a forma ao canal simulado em blocos de resina com curvatura de 28° e 35° de curvatura. As imagens tomográficas pré e pós preparo foram registradas. O material removido foi mensurado a 20 mm e 1 mm aquém do ápice. A incidência de aberrações no canal, tempo de preparo, trocas no comprimento de trabalho foram analisadas. Os canais preparados com os instrumentos Race mantiveram melhor a centralização do canal do que o ProTaper. Esse tendeu transportar o canal no sentido oposto ao da curvatura. Três instrumentos Race e dois ProTaper fraturaram durante o preparo. O sistema ProTaper manteve o comprimento de trabalho melhor do que o Race.

Shäfer, Oitzinger¹⁰⁹ (2008) compararam a eficiência de corte dos instrumentos de NiTi Alpha-File, Flex Master, Mtwo e RaCe. Doze instrumentos por cada grupo 06/25 e 04/35 foram usados. A eficiência de corte foi determinada em movimentos rotatórios com velocidade de 25rpm num dispositivo de teste em computador. Canais artificiais plásticos em formato cilíndrico foram usados com a penetração máxima do instrumento no lúmen do canal. A análise estatística de variância e teste de Student –Newman-Keuls

Revisão de literatura

foram usados para comparar os resultados. Mtwo e RaCe 06/25 exibiram maior profundidade de penetração (eficiência de corte) do que os demais instrumentos. Enquanto que, para os instrumentos 04/35 FlexMaster, Mtwo e RaCe, foram significativamente superiores aos demais instrumentos.

Bui et al.¹⁹ (2008) investigaram o efeito do eletro polimento no instrumento rotatório de NiTi Profile no torque, resistência a fadiga e eficiência de corte. Instrumentos Profile # 25/0.4 não polidos serviram como grupo controle. Fadiga cíclica foi determinada por contagem de rotação até a fratura do instrumento com 30°, 45° e 60° de curvatura e raio de 5 mm. Torque foi determinado em 0, 1Ncm e rotação 2rpm com o instrumento preso até ocorrer à fratura. A eficiência de corte foi determinada mensurando a velocidade do instrumento e avançando no bloco de plástico com 100g de força (pressão) constante por 5 segundos, velocidade de 300rpm e torque nível 2. O eletro polimento reduziu a resistência da fratura cíclica, mas não afetou a resistência torsional. Entretanto o eletro polimento reduziu o ângulo de falha do instrumento. A eficiência de corte não foi afetada pelo eletro polimento.

Boesler et al.¹⁷.(2009) estudaram o efeito do eletro polimento no torque e força, durante o preparo de canais radiculares simulados, com instrumento ProTaper. Canais simulados de 0,5mm de diâmetro e 3 mm de espessura foram preparados com os instrumentos SX, S1 e S2 com e sem eletro polimento. Os autores concluíram que a superfície do instrumento tratada com eletro polimento exigiu mais torque, mas não mais força exceto para o instrumento SX onde a força foi maior.

Zarrabi et al.¹⁵⁶.(2010) examinaram a influência do torque e do acesso radicular no defeito ou fratura de do instrumento rotatório de NiTi Mtwo. Cento

Revisão de literatura

e sessenta dentes, molares inferiores e superiores ex vivo foram divididos em 4 grupos : grupo 1 preparo do canal rotatório com peça de mão (Anthogyr-França) com acesso radicular com SS K-type # 810 e 15 e #20 instrumentação manual técnica step-back; grupo 2 preparo do canal rotatório com peça de mão sem acesso radicular; grupo 3 preparo do canal rotatório com motor elétrico Endo IT(VDW Germany) e grupo 4 preparo do canal rotatório com motor elétrico sem acesso radicular. No total 41 instrumentos tinham defeitos ou fratura. Desses 78,04% tinha algum defeito estrutural e 21,96% fraturaram. Entretanto não havia diferença entre os grupos. Os autores concluíram que o controle de torque não influenciou na comparação entre as técnicas aplicadas.

2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A aplicação da tomografia na Endodontia foi relatada por Tachibana, Matsumoto¹²⁰ (1990). Entretanto, o uso do equipamento apresentou algumas limitações como tamanho do aparelho, alta dosagem de irradiação, falta de definição de detalhes da imagem, alto custo do equipamento e conseqüentemente do exame.

Nielsen et al.⁸⁰.(1995) avaliaram o valor da tomografia computadorizada na pesquisa endodôntica. Quatro molares superiores foram digitalizados. Dois dentes foram instrumentados com limas K até #40 e dois com o sistema Canal Master até o #40. Dois deles foram digitalizados antes e obturados com cimento AH26 e guta-percha aquecida. Os dentes foram novamente digitalizados e estudados. Os autores concluíram que foi possível estudar a

Revisão de literatura

anatomia externa, interna, transporte do canal e alteração de volume dos canais no preparo e na qualidade da obturação dos canais.

Gambill et al.³⁷ (1996) usaram a tomografia computadorizada para avaliar o preparo dos canais com instrumentos manuais de NiTi e de aço. Trinta e seis dentes unirradiculares foram divididos em três grupos. Os dentes foram digitalizados antes do preparo. No grupo A os canais foram preparados com a técnica um quarto de volta e retrocesso com limas K-flex. No grupo B, foi usada a mesma técnica, com as limas NiTi (Mity). No grupo C, foi usada a técnica de alargamento com as limas NiTi (Mity). Os dentes foram, novamente, digitalizados e as imagens comparadas à tomografia inicial. Os autores concluíram que a tomografia permite repetir as imagens antes e após o preparo dos canais como método não invasivo de avaliação.

A tomografia computadorizada cone beam (CBCT, feixe cônico), introduzida na Odontologia por Arai⁵ (1997) difere da tomografia tradicional fan beam (feixe em leque). Na CBCT o sensor gira uma única vez em torno da cabeça do paciente, já na tomografia tradicional o sensor gira várias vezes para fazer o corte (fatia) em cada área de interesse. A técnica cone beam permite visualizar a terceira dimensão das estruturas anatômicas, principalmente esmalte, dentina, cavidade pulpar e cortical alveolar, com baixa dose de radiação e equipamento compacto Hashimoto et al.⁵⁰. (2003).

Rhodes et al.¹⁰¹ (1999) usaram a tomografia computadorizada para produzir imagens em 3D antes e após o preparo. Dez molares inferiores foram digitalizadas antes do preparo dos canais. Os dentes foram preparados pela técnica crown-down. As imagens das raízes foram seccionadas em 5 níveis predeterminados para digitalização em vídeo. Os resultados revelaram que a

Revisão de literatura

quantidade de dentina removida foi de 3,725mm, o equivalente a 28% do volume original do canal. A conclusão dos autores foi que a CT é um método preciso para pesquisas endodônticas.

Rhodes et al.¹⁰².(2000) compararam a forma dos canais preparados com instrumentos manuais de NiTi Nitiflex e mecânicos Profile Taper 0,4 usando a CT. Os dentes foram digitalizados antes e após o preparo. Além da análise da dentina removida nos níveis de 2.0, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5 do ápice, transporte e centro do canal foram observados. Não houve diferença entre o preparo manual e mecânico. Ambas as técnicas produziram preparos cônicos bem cêntricos.

Bergmans et al.¹⁴ (2001) utilizaram a tomografia computadorizada para avaliar a instrumentação do canal radicular junto ao desenvolvimento de um *software* baseado no método matemático. Molares inferiores foram digitalizados antes e após preparo com Profile 04. O *software* desenvolvido permitiu visualizar em 360ºa forma do canal antes e após o preparo. Valores numéricos foram obtidos para o volume, transporte e centro do canal.

Garip, Günday³⁹ (2001) compararam o preparo do canal com limas Hedstroem 15-40 de NiTi com as de aço comum. O terço médio e apical do canal foram analisados por tomografia computadorizada. O terço médio dos canais preparados com limas de aço inoxidável sofreu maior alargamento em direção a parte interna do canal. No terço apical, as limas de NiTi causaram maior desgaste na parte interna, enquanto as limas de aço inoxidável causaram mais desgaste na parte externa. As limas de NiTi produziram alargamento mais adequados e menos transporte.

Revisão de literatura

Peters et al.⁹² (2003) avaliaram a performance do instrumento ProTaper na forma do canal, observando a geometria antes do preparo. Onze molares superiores foram radiografados antes e após o preparo com ProTaper, empregando tomografia computadorizada. Os canais foram reconstruídos tridimensionalmente e avaliados seu volume, a área da superfície, diâmetro das paredes, transporte do canal e superfície de preparo. Baseados na média do volume do canal foram divididos em largos e constrictos. A comparação foi feita entre os canais méso-vestibulares, disto-vestibulares e palatinos. Os resultados mostraram que o volume e a superfície aumentaram significativamente e similarmente nos canais mv, dv e palatino. O diâmetro dos canais de 5 mm de cervical para o ápice aumentou de 0,38mm para 0,65mm, de 0,42mm para 0,66mm e de 0,57 para 0,79mm para os canais mv, dv e palatino respectivamente. O transporte do canal ocorreu de 0,02mm para 0,40mm independente do tipo do canal. Canais amplos tinham superfícies sem preparo maiores do que canais constrictos.

Schäfer, Florek¹⁰⁶ (2003) compararam a forma do preparo radicular com o sistema K3 com as limas flexofile manipuladas manualmente. Canais simulados em blocos de resina com curvatura de 28° e 35° foram preparados com instrumentos K3 com velocidade de 250rpm e técnica crown-down e técnica manual com movimentos de alargamento. Em cada técnica, foram usados 24 canais. Todos os canais foram preparados até o ponto final com # 35. As imagens pré e pós-preparo foram armazenados e a avaliação da forma do canal foi completada com um programa de imagens no computador. O material removido foi medido em 20 pontos, a partir de 1 mm do ápice. Incidência de aberrações no preparo, tempo de preparo e mudança no

Revisão de literatura

comprimento de trabalho foram observadas. O sistema K3 resultou em melhor forma e geometria do canal com menos transporte $p < 0,05$. Onze instrumentos K3 fraturaram durante o preparo, enquanto que no preparo manual com as limas flexofile não houve fratura de instrumento. Entre ambos os canais o K3 foi significativamente mais rápido do que as limas flexofile $p < 0,001$.

González-Rodríguez, Ferrer-Luque⁴³ (2004) avaliaram as trocas volume na área transversal do canal depois de preparado com os sistemas Profile, Hero 642 e K3, usando imagem digital. Trinta molares inferiores com curvatura entre 25° e 40° foram usados. Os dentes foram incluídos em blocos de resina, seccionados nos terços cervical, médio e apical. Antes e após o preparo as secções foram digitalizadas e analisadas no software Adobe PhotoShop versão 6.0. Os resultados mostraram que o sistema Hero 642 removeu mais dentina, em todas as secções, do que os sistemas Profile e K3. Entre esses não houve diferença significativa.

Veltri et al.¹³⁴.(2004) analisaram a habilidade de preparo dos canais dos sistemas rotatórios ProTaper e GT em canais curvos de molares inferiores. Vinte canais mesiais com curvatura entre 23° e 54° foram utilizados. Os dentes foram divididos em dois grupos de $n=10$ cada. Usando uma plataforma e um contraste radiográfico, reproduziu-se o pré e pós preparo, tomando radiografias. A análise por computador permitiu sobrepor as imagens e medir o preparo assimétrico e linear da quantidade de dentina removida em cinco pontos ao longo do canal. Também foram detectadas as aberrações, tempo de trabalho e alterações no comprimento de trabalho. A dentina removida e média assimétrica de preparo não foi significativa entre os sistemas. Nenhuma aberração, nem alteração no comprimento de trabalho foram significativas, no

Revisão de literatura

entanto houve fratura de dois instrumentos de cada sistema. O sistema ProTaper resultou em menos tempo de trabalho do que o GT ($p < 0,05$).

Guelzow et al.⁴⁶.(2005) compararam ex vivo os sistemas rotatórios NiTi FlexMaster, System GT, Hero 642, K3, ProTaper, RaCe e uma técnica manual com alargadores associados a limas Hedstroem. Cento e quarenta e sete molares inferiores foram divididos em sete grupos ($n=21$) com curvatura máxima de 70° . Todos os canais foram preparados até o número 30 usando a técnica crown-down para os sistemas rotatórios e ápice-coroa para a técnica manual. Modificações no comprimento de trabalho e retificações foram determinadas por radiografias padronizadas e com ajuda de computador. As diferenças foram medidas para cada instrumento de cada sistema. Os cortes transversais foram avaliados por microscópio ótico e depois fotografados. Os erros de comprimento de trabalho e tempo de trabalho foram registrados. Os dados foram analisados estatisticamente pelo método Kruskal-Wallis e Mann-Whitney teste. Não foi detectada diferença entre os sistemas rotatórios de NiTi para alteração no comprimento de trabalho. Todos os sistemas mantiveram a curvatura original do canal, com menor grau de retificação para os sistemas GT 0,45e ProTaper 1,17. ProTaper teve o menor número de diâmetros irregulares no pós-preparo. Ocorreram fraturas de instrumentos em três canais com ProTaper e uma com GT, Hero 642, K3 e o preparo manual. Os sistemas rotatórios de NiTi prepararam mais rapidamente o canal do que o preparo manual. O menor tempo de preparo por instrumento ocorreu com o sistema GT (11,7s).

Tasdemir et al.¹²².(2005) compararam ex vivo o preparo do canal com Hero 642 NiTi a limas tipo K de aço inoxidável usando a tomografia

Revisão de literatura

computadorizada. Vinte canais de molares superiores com curvatura entre 25° e 35° foram digitalizados antes e após o preparo. A quantidade de transporte foi avaliada com dois cortes, o primeiro 3 mm a partir do ápice e o segundo 3mm abaixo da entrada do canal. Um terceiro corte foi feito no terço médio, entre os dois primeiros. Dez dentes foram preparados com Hero NiTi e outros dez com as limas K manuais. A capacidade de transporte e centralização foram avaliadas. Menos transporte e melhor habilidade de manter o centro do canal ocorreram com o Hero 642.

Uyanik et al.¹³².(2006) pesquisaram alguns parâmetros do preparo do canal com os sistemas rotatórios Hero Shaper, ProTaper e RaCe. Os parâmetros avaliados foram: trocas no volume do canal e na área da secção transversal, transporte do canal e tempo trabalho. Trinta molares inferiores com curvatura na raiz mesial foram radiografados em tomografia computadorizada antes e após o preparo do canal. As tomografias foram digitalizadas e sobrepostas no software 3 D doctor e, posteriormente analisadas no software Canvas 9. Os cortes transversais foram feitos a intervalos de 1mm. O volume pós preparo do canal, a área da secção transversal e o transporte do canal foram calculados usando um *software* para imagens e submetidos à análise estatística. ProTaper removeu, significativamente, mais dentina que o Hero Shaper $p < 0,05$. Houve aumento da área de secção transversal em todos os cortes, entretanto, a diferença entre os grupos não foi significativa ($p > 0,05$). RaCe transportou mais o canal no terço coronário ($p < 0,05$). A média do tempo de preparo foi de 167,4s \pm 15,7s (Hero Shaper), 198,4s \pm 13,4s (ProTaper) e 210,7 \pm 15,5s (RaCe). Não houve diferença significativa entre os sistemas testados.

Revisão de literatura

Hartmann et al.⁴⁹ (2007) usaram tomografia computadorizada para comparar a ocorrência de transporte no canal no terço apical de canais mesiovestibulares de molares superiores preparados da seguinte maneira: grupo 1- preparo manual com limas K, grupo 2- limas K acopladas ao sistema oscilatório acionadas a motor elétrico, grupo 3- sistema ProTaper acionado por motor elétrico. Para comparar o transporte do canal, imagens de secções transversais da raiz localizadas 3mm aquém do forame apical de cada canal foram obtidas antes e depois do preparo por tomografia computadorizada. As tomografias foram exportadas para o software Adobe Phtoshop. As imagens iniciais e finais foram sobrepostas para detectar a diferença entre elas. O transporte do canal foi avaliado pela distância entre o centro do canal preparado e centro anatômico do canal. A técnica manual produziu menos transporte do canal (0,10mm) do que a técnica oscilatória e rotatória (0,37 e 0,22mm, respectivamente). Esta diferença foi estatisticamente significativa ($p=0,021$). Todos as técnicas estudadas produziram transporte do canal.

Shen, Haapasalo¹¹³ (2008) analisaram através de tomografia microcomputadorizada o efeito do comportamento de corte dos instrumentos rotatórios de NiTi, Profile, K3, Hero Shaper, FlexMaster, Liberator e Alpha em osso bovino com e sem irrigação. Os maiores volumes de osso foram removidos com o K3 e Liberator sem irrigação e K3 e Flemaster com irrigação.

Patel⁸⁷ (2009) faz uma revisão de literatura sobre as aplicações da Tomografia Cone Beam (CBCT) e suas limitações. Dentre as aplicações, destacam-se o diagnóstico de fraturas verticais da raiz, traumatismo dental, detecção de lesões periapicais, planejamento cirúrgico e avaliação da anatomia apical. Quanto às limitações, está a inferior resolução da imagem à radiografia

Revisão de literatura

convencional. A resolução espacial do filme fotográfico ou sensor é de 15-20 linhas por mm. Enquanto da CBCT é de 2 linhas por mm. Outra limitação é dispersão do feixe em objetos metálicos, prejudicando estruturas vizinhas.

Versiani et al.¹³⁵.(2008) avaliaram a influência do desenho dos sistemas rotatórios de NiTi, ProTaper, Profile e Prosystem GT no preparo dos canais radiculares. Sessenta canais curvos de molares inferiores foram usados. Cortes de 1mm de espessura foram feitos do ápice à câmara pulpar. Os cortes transversais, antes e após preparo, dos terços cervical, médio e apical foram comparados. A média do tempo de trabalho foi de $137,22 \pm 5,15$ segundos. A centralização do canal, o transporte e a percentagem do aumento da área para cada sistema foi de $0,21 \pm 0,12$ mm; $0,044 \pm 0,111$ mm; $78,24 \pm 44,13\%$ ProTaper, $0,21 \pm 0,11$ mm; $0,014 \pm 0,151$; $81,98 \pm 54,16\%$ Profile e $0,19 \pm 0,13$ mm; $0,014 \pm 0,151$ mm; $70,48 \pm 36,95\%$ ProSystem GT. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas.

Moore et.al.⁷⁵ (2009) investigaram as alterações no terço apical do canal após preparo com limas de aço inoxidável tipo K, com a técnica da força balanceada, limas de aço inoxidável com a técnica da força balanceada, com refinamento do preparo apical com flexMaster taper 0,04 e técnica híbrida, com ProTaper/FlexMaster (Profile para os tamanhos 45 e 60). Quarenta molares superiores foram digitalizados antes e após o preparo dos canais usando tomografia micro computadorizada. O preparo apical foi avaliado com respeito à quantidade de dentina removida, arredondamento do canal, transporte e como essas dimensões do preparo apical do canal estão relacionadas ao uso do instrumento. A média do diâmetro do preparo apical foi de #30, #30 e #40 respectivamente. Apesar do maior diâmetro e menor experiência do

Revisão de literatura

operador, a quantidade de dentina removida foi maior na técnica híbrida com preparo mais arredondado do canal. Houve menor tendência de transporte do canal com os instrumentos rotatórios de NiTi.

Gekelman et al.⁴⁰.(2009) checaram o sucesso do preparo do canal, *in vitro*, com os sistemas rotatórios de NiTi GT e ProTaper realizados por estudantes. Todos os estudantes receberam treinamento prévio. No primeiro experimento, vinte canais foram preparados por dez estudantes. Radiografias padronizadas foram tomadas antes e após o preparo. Avaliação foi feita quanto à patência e tempo de preparo. No experimento dois, vinte canais foram submetidos à tomografia micro computadorizada antes e após o preparo, feito por dois estudantes. Os canais foram metricamente avaliados em troca de volume, superfície, contorno da secção transversal e transporte do canal. No primeiro experimento, a curvatura decresceu em 7,6(GT) e 7,8(ProTaper). Não houve instrumento fraturado, mas em dois canais, perdeu-se a patência. O tempo de preparo para o GT foi mais longo do que para o ProTaper ($29,7 \pm 6,8$ vs $19,4 \pm 8,1$ minutos $p < 0,5$). No experimento dois, o volume e a área aumentaram $p < 0,001$ e as secções transversais ficaram mais arredondadas e cônicas. A média de transporte foi de $0,14\text{mm} \pm 0,05\text{mm}$ e $0,23\text{mm} \pm 0,09\text{mm}$ para o terço apical e coronal. Não houve diferença significativa entre os instrumentos e operadores. Quanto à qualidade de preparo, transporte, contorno da secção transversal e operador não houve diferença significativa. Os autores concluíram que ambos os sistemas rotatórios tiveram performances adequadas junto a profissionais inexperientes (estudantes) que receberam treinamento prévio.

Revisão de literatura

Karabucak et al.⁵⁷ (2010) compararam o transporte apical e o comprimento de trabalho entre os instrumentos rotatórios EndoSequence e Guidance. Quarenta e quatro canais méso-vestibulares e méso-linguais de primeiros e segundos molares inferiores foram instrumentados com EndoSequence e Guidance. No grupo 1 (n=22), foram instrumentados com #30/06, #25/06 e #20/06 com a técnica crown-down até o alargamento apical e com #25/06 no comprimento de trabalho. No grupo 2 (n=22), foram instrumentados com Guidance #30/10, #25/08 e #20/06 também com a técnica crown-down, até que o alargamento apical fosse atingido com o instrumento #25/08. Os autores usaram a radiografia digital dupla para mensurar a perda do comprimento de trabalho e transporte apical em 0,1 e 3mm do comprimento de trabalho. Os resultados e a análise de variância revelaram que o transporte do canal a 0,1 e a 3mm foi de 0,077mm, 0,039mm e 0,040mm para o EndoSequence e de 0,066mm, 0,046mm e 0,05mm para o Guidance, respectivamente. A perda de comprimento de trabalho foi de 0,001mm para o EndoSequence e de 0,002mm para o Guidance. Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre os dois sistemas rotatórios em manter o comprimento de trabalho e transporte apical do canal.

Madureira et al.⁶⁷.(2010) compararam a habilidade dos sistemas rotatórios de NiTi Profile GT e Profile, ProTaper, K3 e instrumentação manual limas K-Flexofiles e brocas Gates-Glidden em preparar canais simulados em blocos de resina com dupla curvatura em forma de S. Os canais foram fotografados com câmera digital antes e após o preparo, com preparo apical diâmetro 25 e 35. Os canais mostraram transporte por transformação da

Revisão de literatura

primeira curvatura em reta. Com o aumento do diâmetro de 25 para 35, ambas as curvaturas foram endireitadas.

Gergi et al.⁴¹.(2010) verificaram o transporte e a habilidade de centralização do canal, com os instrumentos rotatórios de NiTi Twiste file, Pathfile-ProTaperSystem, e limas manuais Flexofile de aço inoxidável usando tomografia computadorizada. Noventa canais com curvatura entre 25 e 35° e perímetro menor que 10 mm foram divididos em 3 grupos de 30 cada, Twisted file, Pathfile-ProTaper e Flexofile . Antes e após o preparo dos canais foram tomadas tomografias computadorizadas, para avaliação do montante de transporte ocorrido durante o preparo. Três secções de apical para coronal foram avaliadas. Menos transporte e melhor habilidade de centralização do canal ocorreram com sistema Twisted file. As limas manuais Flexofile mostraram mais alto transporte seguido do sistema ProTaper.

Michetti et al.⁷¹ (2010) verificaram a validade da tomografia computadorizada cone beam como ferramenta para explorar a anatomia do canal radicular. Nove dentes intactos extraídos foram copiados usando o equipamento Kodak 9000 3D, resolução espacial de 76µm e resolução contraste de 14 bits. Após reconstrução de volume, a estrutura da raiz foi definida por segmentação. Os cortes histológicos foram feitos em cada espécime nos níveis determinados pela tomografia. Duas reconstruções dimensionais cone beam foram comparadas com a estrutura dos canais obtidas do corte histológico usando áreas e diâmetro de Feret. A análise estatística foi feita usando o coeficiente de correlação de Pearson. Estreita correlação foi encontrada entre os dados obtidos da tomografia computadorizada e dos cortes histológicos: área=0,928 e diâmetro=0,890. A conclusão é que o

Revisão de literatura

equipamento Kodak 9000 3D parece ser viável, não invasivo e uma ferramenta que pode ser usada em todos os planos espaciais.

Bernardes et al.¹⁵.(2010) compararam por tomografia computadorizada o aumento da área do canal promovido pelos sistemas EndoSequence e ProTaper. Vinte e dois canais mesiais de molares inferiores foram instrumentados. Dez dentes foram montados numa base, numerados e divididos em dois grupos; de 1-11 grupo ProTaper e de 12-22 grupo EndoSequence. Antes e após o preparo dos canais foram feitas tomografias computadorizadas cone beam. A área do canal foi mensurada a 3, 5 e 7 mm do ápice. Ambos os sistemas aumentaram significativamente a área do canal $p < 0,05$ em todos os níveis. A comparação entre os sistemas rotatórios foi significativamente maior $p < 0,5$ para o EndoSequence em 3mm. Nos demais níveis não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas.

2.3 AVALIAÇÃO HISTOLÓGICA DO PREPARO DO CANAL RADICULAR

Walton¹⁴⁰ (1976) fez uma análise histológica da efetividade da limagem, do alargamento e da técnica step-back com limagem. Além disso, também foi avaliado o preparo em canais retos e curvos, num total de 91 canais de 52 dentes. Os canais foram preparados in vivo. Após o preparo dos canais, os dentes foram extraídos e preparados para processo histológico. As secções dos cortes longitudinais e transversais mostraram que a técnica step-back foi significativamente mais efetiva em remover *debris* e a camada de pré-dentina. As paredes mostraram-se mais planas nos canais retos do que nos curvos, além de mais lisas e limpas.

Revisão de literatura

Siqueira et al.¹¹⁵ (1997) examinaram a efetividade de cinco técnicas de instrumentação na limpeza do terço apical de molares inferiores. Os canais das raízes mesiais foram preparados pelas seguintes técnicas: step-back usando limas de aço inoxidável, step-back com limas de NiTi, técnica ultrasônica, força balanceada e Canal Master. O terço apical foi processado para avaliação histológica e o remanescente de tecido mole, pré-dentina e *debris* examinados. Os resultados não mostraram diferença estatística entre as técnicas. Nenhuma delas limpou completamente o canal, especialmente quando havia variação da anatomia interna (istmos e ramificações).

Barbizam et al.¹² (2002) estudaram a efetividade da instrumentação manual e rotatória na limpeza de canais achatados de incisivos inferiores. Vinte dentes foram divididos em dois grupos de n=10 cada. Grupo 1 através de técnica crown-down com instrumentação rotatória e o grupo 2 pela técnica crown-down com instrumentação manual usando lima tipo K. Os dentes passaram por processo histológico e análise morfométrica. O teste não paramétrico Mann-Whitney U apresentou diferença estatisticamente significativa de 1% entre as técnicas. A técnica manual foi mais eficiente na limpeza de canais achatados mesio-distais do que a técnica rotatória, entretanto nenhuma das duas limpou completamente os canais.

Fariniuk et al.³³.(2003) analisaram a capacidade de limpeza de instrumentos mecânicos Profile 0,4 e Pow -R 0,4 ativados pelo Endoflash system taper 0,2. Vinte e duas raízes de molares foram divididas em 4 grupos. Grupo I – instrumentação com Endoflash, grupo II instrumentação com Profile Taper 0,4, grupo III – Pow-R taper 0,4 e grupo IV – instrumentado com limas Nitiflex (controle positivo). Após o preparo, os dentes foram seccionados

Revisão de literatura

transversalmente e processados para observação microscópica para determinar a quantidade de *debris* nas paredes do canal. Os resultados indicaram que o sistema Profile taper 0,4 foi estatisticamente significativo ($p < 0,01$) mais eficiente na limpeza das paredes do canal, seguido por Pow-R, Nitiflex e EndoFhash.

Ferreira et al.³⁴ (2004) examinaram a capacidade de limpeza da instrumentação rotatória com irrigação nos canais radiculares. O estudo envolveu a análise histológica e morfométrica usando sistema Profile e irrigação com ultra-som. Vinte incisivos inferiores foram divididos em 3 grupos. Os canais foram instrumentados usando Orifice Shapers taper 0,6 e 0,4 no terço cervical e lima # 35 no terço apical, irrigados com NaOCl a 1% durante o preparo na seguinte sequência: Grupo I – os canais foram irrigados com 5ml de solução, usando a seringa Luer-Lok, entre cada lima; Grupo II – os canais foram irrigados com a solução e instrumentados usando ultra-som por 1min. entre cada lima; Grupo III- os canais foram irrigados com 5ml de solução entre cada lima e ao final irrigados com o ultra-som por 3 min. Os resultados mostraram que a instrumentação com o sistema Profile com irrigação final por 3 min. foi mais eficiente na limpeza dos canais radiculares quando comparados os três métodos de irrigação.

Baratto-Filho et al.¹⁰ (2004) analisaram a efetividade de diferentes concentrações do hipoclorito de sódio associado à instrumentação rotatória com o sistema Profile. Vinte incisivos inferiores foram divididos em 4 grupos: grupo I NaOCl a 0,5%, grupo II NaOCl a 1%, grupo III – NaOCl a 5% e grupo IV – água destilada e deionizada. Finalizados os preparos, os dentes foram submetidos ao processo histológico para análise morfométrica. A concentração

Revisão de literatura

de NaOCl a 5% foi mais eficiente e limpou melhor o canal do que a 0,5% e água destilada.

von Arx⁶ (2005) analisou a frequência e tipo de istmos nos primeiros molares inferiores e superiores detectados por inspeção endoscópica durante cirurgia periradicular. No total 80 raízes de molares inferiores e 44 superiores foram apicetomizadas. Baseado no exame radiográfico, clínico e intra-operatório somente as raízes com lesão patológica foram tratadas. O corte da raiz até a apicetomia completa foi inspecionada pelo endoscópio. O número de canais e a presença de istmos foram registrados. Nos primeiros molares superiores 76% da raiz mesio-vestibular tinha dois canais istmos, 10% tinham dois canais, mas sem istmos, e 14% tinham somente um canal. Todas as raízes disto-vestibulares e palatinas tinham somente um canal. Nos molares inferiores 83% das raízes mesiais tinham dois canais com istmos. Em 11% dois canais sem istmos, e 6% apresentavam somente um canal. Na raiz distal 36% tinham dois canais com istmos e 64% apresentavam somente um canal.

Sasaki et al.¹⁰⁵ (2006) analisaram ex vivo o debris remanescente em canais achatados de dentes com polpa viva e necrose pulpar após preparo biomecânico com instrumentos de NiTi. Dezoito dentes foram divididos em dois grupos de n=9 polpa viva e necrose pulpar. Ambos os grupos foram preparados na seguinte seqüência: S1 até o terço médio, SX até o terço cervical, S2 até o terço apical, e S1, F1, F2, F3 até o comprimento de trabalho. Durante o preparo, os canais foram irrigados com NaOCl 1%, secados e em seguida submetidos ao processo histológico. As secções do terço apical foram observadas em microscópio ótico a 40X acoplado ao computador, através do qual as imagens foram capturadas e analisadas usando um software específico

Revisão de literatura

de imagem (Corel PhotoPaint 10). *Debris* foram encontrados em $6,4 \pm 9,3,39\%$ da área do canal em dentes com polpa viva e $5,95 \pm 2,22\%$ para dentes com necrose pulpar. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p > 0,05$).

Passarinho-Neto et al.⁸⁵.(2006) avaliaram in vitro, a remoção de *debris* obtida por instrumentação rotatória sistema GT associado à irrigação ultrassônica. Trinta e seis dentes incisivos inferiores foram usados divididos em 4 grupos variando a irrigação final. Grupo I – 100 ml de NaOCl 1% com seringa Luer (grupo controle), grupos II, III, IV com irrigação com 100ml de NaOCl 1% energizado com ultra-som por 1, 3 e 5 minutos respectivamente. O terço apical das raízes foram enviadas para processamento histológico e exame. Os espécimes passaram por exame morfométrico em microscopia ótica em 40X. Os resultados exibiram as seguintes diferenças: grupo I – apresentou a mais alta percentagem de *debris* ($35,81 \pm 4,49$) e foi estatisticamente diferente dos outros grupos energizados com ultra-som: grupo II ($27,28 \pm 4,49$), grupo III ($24,39 \pm 5,72$) e grupo IV ($18,46 \pm 5,25$). Os autores concluíram que a instrumentação rotatória com instrumento de NiTi associado a irrigação final com NaOCl a 1% energizado pelo ultra-som permitiu a melhor remoção de *debris* do terço apical dos canal das raízes achatadas no sentido mesio-distal.

Burleson et al.²⁰.(2007) examinaram in vivo, em molares inferiores, a instrumentação manual/rotatória/ultra-sônica. Quarenta e oito dentes foram divididos em 3 grupos: grupo I, vinte dentes foram preparados com limas manuais e mecânicas Profile GT com NaOCl 6% sem irrigação final com ultra-som, com irrigação 15ml de NaOCl 6,0%; grupo II a mesma técnica do grupo I, seguida de irrigação adicional com ultra-som por 1min usando a agulha Mini-

Revisão de literatura

Endo por canal; grupo III – 8 dentes não foram instrumentados (grupo controle). Em seguida, os dentes foram extraídos e enviados para processo histológico. A limpeza foi avaliada a 1, 2 e 3 mm do ápice. Os resultados mostraram maior porcentagem de limpeza no canal e istmos em todos os níveis na técnica manual/mecânica/ultra-sônica.

Leonardi⁶⁶ (2008) avaliou 10 raízes méso-vestibulares de molares humanos extraídos preparados pelo sistema rotatório de NiTi Race pelos métodos da plataforma radiográfica, mufla e histológico. A avaliação histológica revelou que no terço médio 85% das paredes dentinárias receberam ação dos instrumentos, enquanto que no terço apical foi de 80%. A presença de resíduos variou de 0 a 100% dos canais avaliados.

Baratto-Filho et al.¹¹ (2009) estudaram a influência do último instrumento apical do sistema ProTaper com e sem 2,5% de NaOCl na limpeza de incisivos inferiores. Trinta e dois incisivos inferiores foram divididos em seis grupos: Grupo I - instrumento F1 com 2,5% de NaOCl, grupo II - F1 e F2 com 2,5% de NaOCl, grupo III - F1, F2, e F3 com 2,5% de NaOCl, grupo IV - F1 com água destilada, grupo V – F1 e F2 com água destilada e grupo VI –F1, F2 e F3 com água destilada. Os espécimes foram preparados conforme sugestão do fabricante e analisados pelo processo histológico e morfométrico. Os resultados revelaram que não houve diferença significativa entre os grupos, exceto para os grupos I e VI. Os autores concluíram que nenhuma técnica permite a limpeza completa do canal. No entanto, a técnica de preparo apical com o instrumento F3 e irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% foi a mais eficaz.

Revisão de literatura

De Deus, Garcia-Filho³⁰ (2009) estudaram a influência dos sistemas Hero 642, ProTaper e K3 na qualidade de limpeza do terço apical do canal radicular. Sessenta e seis molares inferiores foram preparados pelos três sistemas, usando NaOCl a 5,25% como líquido irrigador, velocidade de preparo de 300rpm e 2N de torque. Os espécimes passaram pelo processo histológico e os cortes foram feitos de 1-3 mm do ápice. Os resíduos de tecido pulpar foram avaliados usando método morfométrico. Os resultados mostraram que não houve diferença entre os sistemas na quantidade de resíduos. Entretanto, foi encontrado algum resíduo de tecido pulpar em todos os espécimes.

Taha et al.¹¹⁹ (2010) compararam três técnicas de pré escalonamento, em raízes de com canais ovais de 39 pré-molares inferiores. O objetivo foi comparar a regularidade e a presença de resíduos dos canais preparados. Os dentes foram divididos em 3 grupos de 13 cada, preparados como segue: grupo 1, instrumentação manual pela técnica step-back usando limas Hedström. Depois do acesso coronário com brocas Gates-Glidden # 2 e # 3, os canais foram alargados até o forame com instrumento final # 40. Os movimentos foram somente de limagem (introdução/retrocesso). Grupo 2 instrumentação rotatória de NiTi com sistema EndoWave, usando a técnica crown-down na seguinte seqüência: 35/08 para alargamento coronário do canal, seguido do instrumento 30/06 e 25/06 até 2 ou 3mm aquém do forame. Então instrumento 20/06 até o forame, e preparo apical alargado com 20/06 com movimentos circunferências. Grupo 3 instrumentação com Anatomic Endodontic Technology(AET) instrumentos shaping e finishing acoplados a peça de mão Endo-Eze com movimentos oscilatórios. O preparo da forma foi feito com instrumentos com corte e sem corte na ponta até 3mm aquém do forame.

Revisão de literatura

Os instrumentos para preparo apical são desenhados com corte somente na ponta e usados manualmente. O preparo apical foi até o # 40. Em todos os grupos foi usado NaOCl 1% + EDTA 15% , 1ml por minuto durante a instrumentação e 2ml como irrigação final para remoção da camada de *smear*. Após a instrumentação os dentes foram seccionados nos terços coronário, médio e apical, fotografados para avaliação da forma e processados para avaliação histológica para análise da regularidade das paredes e presença de resíduos. Os resultados mostraram que nenhuma técnica preparou ou limpou o canal completamente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as três técnicas, quanto à superfície não tocada do canal, área de cada corte, remanescente de resíduos e forma do canal.

PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Esse estudo visa analisar:

1 - A capacidade de corte dos instrumentos rotatórios de NiTi ProTaper, Mtwo e K3, na remoção de dentina, determinada pela perda de massa do dente depois do preparo dos canais radiculares;

2- Aumento da área do canal radicular, alargamento do diâmetro do canal no sentido méso-distal, centralização e transporte do canal depois do preparo pelos sistemas rotatórios de NiTi ProTaper, Mtwo e K3;

3- Irregularidades na parede do canal radicular e a presença de resíduos no canal depois do preparo rotatório pelos sistemas ProTaper, Mtwo e K3.

MATERIAL E MÉTODO

4 MATERIAL E MÉTODO

Para esse estudo foram utilizados 36 dentes molares superiores humanos, oriundos do banco de dentes da Faculdade de Odontologia de Araraquara -UNESP – Univ. Estadual Paulista e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (Anexo 1). Inicialmente, os dentes foram radiografados com aparelho de Rx periapical Heliodont 60kv, 10mA, (Siemens-Brasil) para verificar-se a anatomia interna dos canais radiculares e o grau de curvatura da raiz méso-vestibular. A curvatura apical foi determinada pelo método de Schneider¹¹¹ (1971), com o auxílio do software Image J (www.rsb.info.nih.gov/ij). Foram selecionados os dentes que apresentavam curvatura apical entre 20° e 40° graus no sentido méso-distal. Cáries, restaurações metálicas e a raiz disto-vestibular foram removidas. A abertura coronária foi feita com pontas diamantadas, em alta rotação, n.1012, 2082 (KG Sorensen- Brasil) e brocas carbide esférica longa 28 mm n.2 em baixa rotação (Dentsply –Maillefer- Brasil). A patência do canal méso-vestibular foi verificada com lima tipo K # 10. Os dentes foram montados em blocos de silicone de condensação (Vigodent - Brasil), em uma plataforma de acrílico, adaptada do método de Southard et al.¹¹⁸ (1987), a fim de padronizar a posição dos dentes nas tomografias e no preparo rotatório dos canais radiculares. Foram confeccionadas seis moldeiras de poliéster que, depois, foram unidas em dois blocos (Figura1). Os dentes foram divididos em três grupos de 12 cada, com curvaturas méso-distais na raiz méso-vestibular entre 20° e 29° (6 dentes) e entre 30° e 40° outros (6 dentes).



FIGURA 1- Plataforma de acrílico com blocos de silicone e dentes.

4.1 PREPARO DOS CANAIS RADICULARES

Para os três grupos, o comprimento de trabalho foi estabelecido com uma lima tipo K #10 até a patência do canal, confirmada através de radiografias periapicais. Os sistemas rotatórios de NiTi avaliados nesse estudo foram: grupo 1: ProTaper - Universal (Dentsply – Maillefer - Suíça); grupo 2: Mtwo (VDW-Alemanha); e grupo 3: K3 (Sybron – Endo - USA). Em todos os dentes, antes do preparo, em cada troca de instrumento e ao final do preparo, os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 1%, acondicionado em uma seringa plástica com volume de 3ml para cada instrumento, com agulha Gauge 30 (Endo-Eze tip- Ultradent-Brasil) até 2mm aquém do forame apical. Ao final do preparo, uma agulha plástica (capillary tip- Ultradent -Brasil) calibre 0,014 polegadas, acoplada à cânula metálica e esta ao sugador da bomba-suctora (Dabi-Atante-Brasil) do equipo, foi introduzida até terço apical para aspiração de possíveis raspas de dentina e líquido irrigador residual. O diâmetro do preparo apical, velocidade, torque e tempo de preparo para cada canal foram padronizados respectivamente em 0,30mm, 250 rpm 1,6Ncm e 30 segundos.

Material e método

Para o preparo rotatório, foi utilizado o motor X-Smart (Dentsply-Maillefer). Foram utilizados os instrumentos (ProTaper) S1, S2, F1, F2, F3; (Mtwo) 10/04, 15/05, 20/06, 25/06 30/05 (K3) 25/08,15/04, 20/04, 25/06, 30/04 (Tabela 1). Nos sistemas ProTaper e Mtwo, todos os instrumentos foram introduzidos até o forame apical (patência) como comprimento de trabalho. No sistema K3, o instrumento 25/08 foi usado para o acesso radicular no terço cervical e os demais instrumentos até o forame apical. Os instrumentos foram introduzidos com movimentos lineares de vai-e-vem, sem pressão apical até atingir o forame. Quando o instrumento prendia no canal, o dispositivo de auto-reverso acionava automaticamente. Nesse caso, novos movimentos de vai-vem foram iniciados até atingir o forame apical. Cada instrumento foi usado quatro vezes. Todos os grupos foram preparados pelo mesmo profissional. Depois de terminados o preparo e a irrigação, os canais foram secados com pontas de papel absorvente calibre 0,30mm.

Tabela 1- Sistemas rotatórios, número de instrumentos, seqüência de uso e tapers

<i>PROTAPER</i>		<i>MTWO</i>		<i>K3</i>	
S1 Do-0,17mm Tapers	2-11%	10 Do-0,10mm Taper	4%	25 Do-0,25mm Taper	8%
S2 Do-0,20mm Tapers	4-11,5%	15.Do-0,15mm Taper	5%	15 Do 0,15mm Taper	4%
F1 Do-0,20mm Tapers	7-5,5%	20 Do-0,20mm Taper	6%	20 Do 0,20mm Taper	4%
F2 Do-0,25mm Tapers	8-5,5%	25 Do-0,25mm Taper	6%	25 Do 0,25mm Taper	6%
F3 Do-0,30mm Tapers	9--5,5%	30 Do-0,30mm Taper	5%	30 Do 0,30mm Taper	4%

4.2 CAPACIDADE DE CORTE DOS INSTRUMENTOS DE NITI

Antes e depois do preparo, os dentes foram pesados em balança eletrônica de precisão (Bioprecisa- Brasil), (Figura. 2). O objetivo foi analisar a

Material e método

capacidade corte dos instrumentos pela perda de massa (gramas) depois do preparo dos canais.



FIGURA 2.- Pesagem do dente antes do preparo.

4.3 ANÁLISE TOMOGRÁFICA COMPUTADORIZADA

Antes e após o preparo do canal radicular, os dentes foram radiografados pelo aparelho de tomografia computadorizada cone beam I-CAT (Imaging Sciences-Kavo), com tempo de exposição de 40 s, tamanho do voxel de 0,3mm. A avaliação foi feita com um corte transversal do canal, nos terços: apical, médio e cervical, a partir do ápice. O primeiro corte 1 mm aquém do ápice, o segundo a 4mm e a 7mm respectivamente. As imagens obtidas foram transferidas para o software Canvas11 (ACD Systems, Victoria, Canadá), onde foram medidas as distâncias méso-canal, diâmetro do canal, disto-canal e méso-distal, assim como, vestibulo-canal, diâmetro do canal, palatina-canal e vestibulo-palatina, (Figura.3, Figura 4A e B).

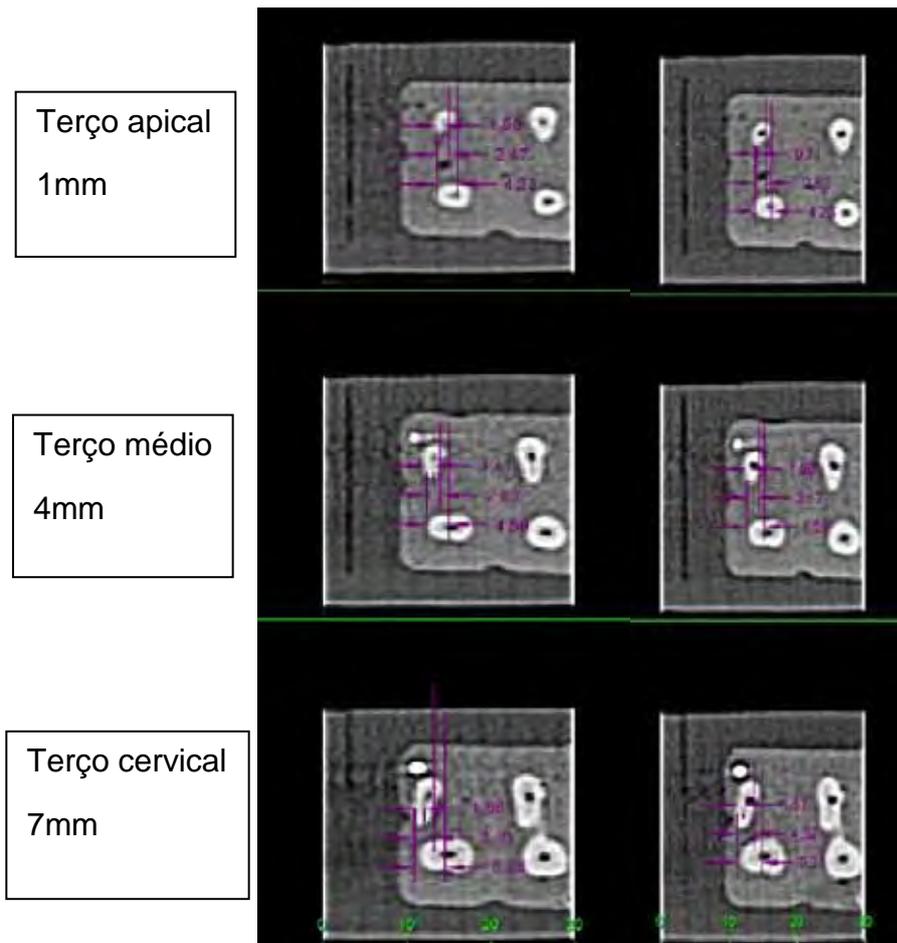


FIGURA 3- Tomografia computadorizada do dente antes e depois do preparo do canal méso-vestibular, com as mensurações feitas no sentido méso-distal, nos terços apical, médio e cervical da raiz.

Para se obter a porcentagem do alargamento do canal em relação ao diâmetro méso-distal, utilizou-se a seguinte fórmula: $\text{canal} = y1 \times 100 / \text{MD}$ antes do preparo ($y1$) e após ($y1'$) no lugar do $y1$, (Figura 4). Para calcular a diferença do alargamento do canal após o preparo com o comprimento original méso-distal, subtraiu-se as porcentagens. Essa fórmula foi usada nos três grupos permitindo a comparação entre eles.

Para se determinar a habilidade do instrumento em manter o centro do canal utilizou-se o método da proporcionalidade proposto por de Gambill et al.(1966)³⁷, na seguinte fórmula: $D1 = (x - x') / (x1 - x1')$, sentido vestibulo-palatino e $D2 = (z - z') / (z1 - z1')$, sentido méso-distal. Resultado igual a 1 significa que o

Material e método

instrumento não se desviou do centro canal durante o preparo rotatório, maior (>1) o instrumento desvio o centro do canal para distal ou vestibular e menor (1<) para mesial ou palatino. A direção de transporte do canal foi observada usando-se o mesmo método com a fórmula: $T1 = (x-x') - (x1 - x1')$ e $T2 = (z-z') - (z1 - z1')$. O resultado 0 (zero) significa que não houve transporte do canal.

A área do canal radicular em cada terço, de cada grupo, antes e depois do preparo foi obtida com a seguinte fórmula: $A = \pi x Y x Y1$ antes do preparo e após o preparo $A = \pi x' Y' x Y1'$. Essa fórmula representa a área da elipse $A = \pi (x) (Y)$ x eixo maior (Y) x eixo menor (Y1). A diferença da área entre e depois do preparo do canal foi transformada em %.

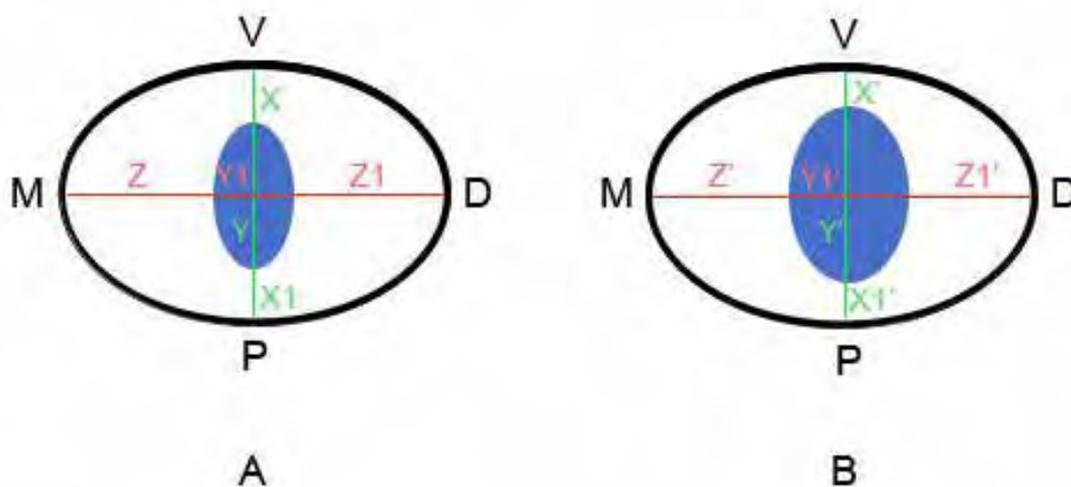


FIGURA 4- Esquema representativo da avaliação tomográfica em cada corte antes (A) do preparo dos canais radiculares e depois do preparo (B).

4.4 ANÁLISE HISTOLÓGICA

Para a análise histológica a raiz méso-vestibular foi seccionada no sentido transversal na entrada do canal principal. O processo histológico envolveu a fixação da raiz em formaldeído a 10% por 48 horas e desmineralização em solução de Morse durante 30 dias. Em seguida a raiz foi mensurada com régua milimetrada e dividida em três segmentos iguais, correspondentes aos terços cervical, médio e apical. Os fragmentos radiculares foram desidratados em solução crescente de etanol de 70° à 100° GL e diafanizados em xilol. Após infiltração em parafina líquida, os fragmentos foram incluídos em parafina. Os blocos contendo os fragmentos das raízes foram cortados com auxílio de micrótomo (Micron, modelo HM 325). Os cortes semi-seriados de 6µm de espessura obtidos foram corados pela técnica de hematoxilina/eosina (HE). A análise dos cortes foi feita em microscópio de luz (Olympus, modelo BX-51), com aumento de 4X (Figura 5). As imagens foram capturadas com a câmera Olympus (modelo DP-71), acoplada ao mesmo microscópio de luz utilizado na análise dos cortes. Posteriormente, com um programa de imagens (Image Pró-Express 6.0, Olympus – Japão) as imagens foram analisadas quanto a irregularidade das paredes e presença de resíduos no canal, após o preparo rotatório com os sistemas ProTaper, Mtwo e K3 . Em cada tipo de análise foram quantificados três cortes de cada terço por raiz, mantendo-se um intervalo de 100 µm entre os cortes. Com as ferramentas do programa o perímetro total do canal foi mensurado em micrômetros (µm) (Figura 6). Na análise onde havia irregularidades nas paredes canal, o perímetro dessa área também foi mensurado e diminuído do perímetro total, (Figura 7).



FIGURA 5- Terço médio do canal radicular, preparado pelo sistema rotatório Protaper. HE.4X.



FIGURA 6-. Mensuração das irregularidades no canal radicular com o perímetro de cada área. HE.4X.



FIGURA 7-. Perímetro total do canal radicular em micrômetros (μm). HE.4X.

Material e método

Para avaliar a presença de resíduos no canal após o preparo rotatório, foi confeccionada uma grade padronizada, no programa Image Pro-Express 6.0, de 10 quadrados na horizontal por 10 quadrados na vertical (Figura 8) Na intersecção dessas linhas onde havia resíduos, eles foram contados com auxílio da ferramenta manual tag do programa Image Pro-Express (Figura 9). A área de istmos não foi considerada, uma vez que não foi preparada e às vezes estava associada à presença do 2º canal na raiz méso-vestibular.

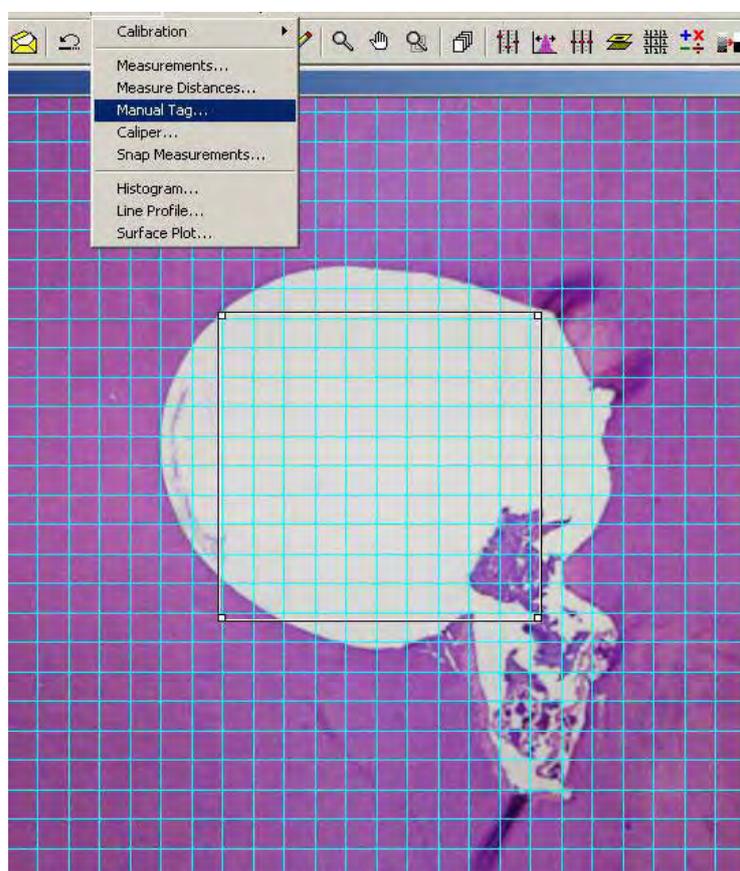


FIGURA 8- Terço cervical do canal preparado pelo sistema rotatório ProTaper com a grade milimetrada e os 10 quadrados horizontais e verticais. HE.4X

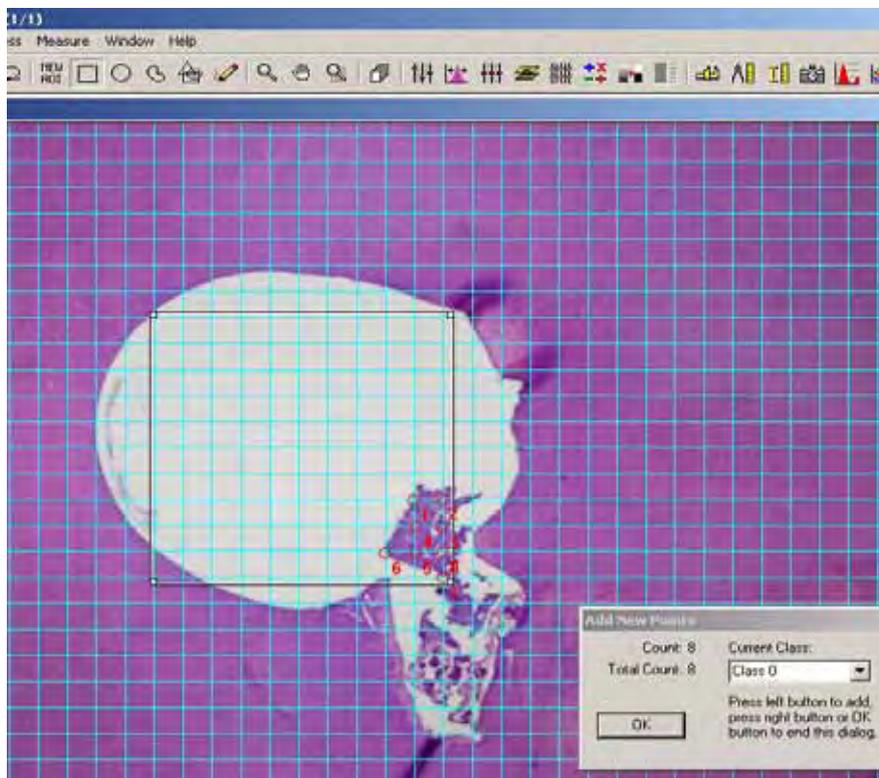


FIGURA 9- Contagem dos resíduos nas intersecções dos quadrados. HE. 4X.

RESULTADO

5 RESULTADO

5.1 DA CAPACIDADE DE CORTE DOS INSTRUMENTOS

O resultado da capacidade de corte dos instrumentos, utilizando-se a avaliação da massa antes do preparo menos a massa depois do preparo, por sistema e entre eles estão na (Tabela 2). Os resultados foram submetidos a análise estatística pelo método ANOVA com nível de significância de 95%, onde $p < 0,05$. O (Gráfico 1) apresenta a diferença de massa antes e depois do preparo de cada sistema. Durante o preparo dos canais houve somente uma fratura de instrumento. Esta ocorreu com o sistema Mtwo # 20 no quarto uso.

Tabela 2- Massa em gramas (g) dos dentes antes e depois do preparo e a diferença de massa entre os três sistemas rotatórios

<i>Massa</i>	<i>Grupo</i>	<i>Média ± dp</i>	<i>IC 95%</i>	Valor de p*
Antes	ProTaper	1,714 ± 0,308	(1,518;1,910)	0,199
	Mtwo	1,854 ± 0,0302	(1,662;2,046)	
	K3	1,950 ± 0,336	(1,736;2,164)	
Depois	ProTaper	1,698 ± 0,306	(1,503;1,892)	0,176
	Mtwo	1,842 ± 0,301	(1,651;2,034)	
	K3	1,943 ± 0,335	(1,729;2,156)	
Diferença de massa (antes-depois)	ProTaper	0,0159 ± 0,004	(0,131;0,187)	<0,001**
	Mtwo	0,0125 ± 0,002	(0,011;0,014)	
	K3	0,007 ± 0,003	(0,005;0,009)	

* ANOVA com um fator e teste LSD para comparações múltiplas ($p < 0,05$).

** ProTaper X Mtwo: $p = 0,021$; ProTaper X K3: $p < 0,001$; Mtwo X K3: $p = 0,010$.

Resultado

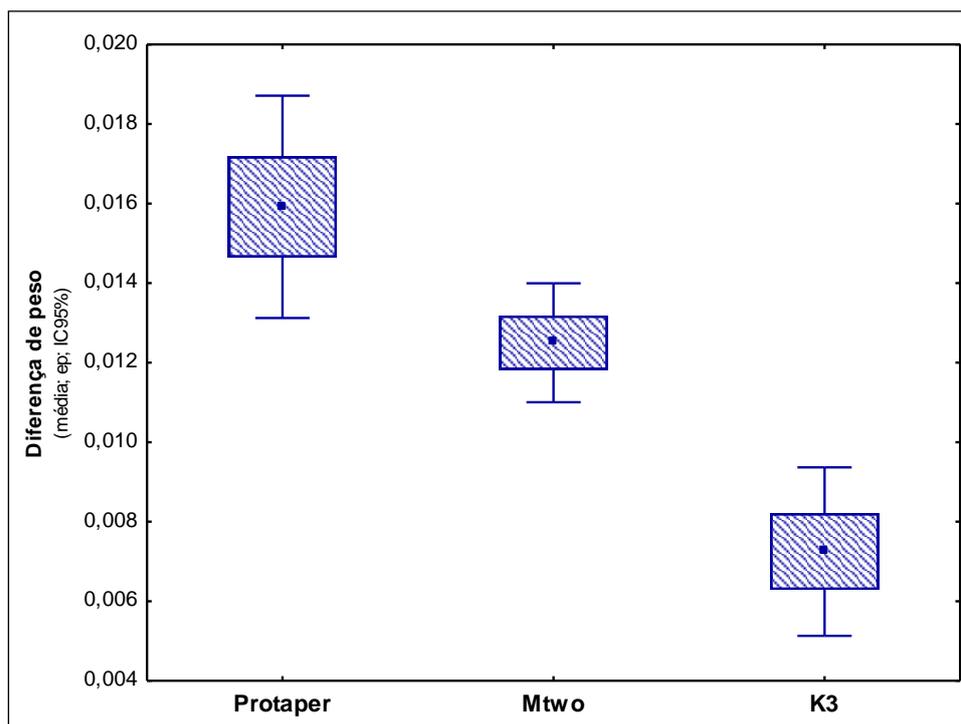


GRÁFICO 1- Massa em gramas (g) antes de depois do preparo do canal em cada sistema rotatório.

5.2 DA ANÁLISE TOMOGRÁFICA COMPUTADORIZADA

Os resultados obtidos nesse estudo foram expressos por médias e desvios padrões (variáveis quantitativas) ou por frequências e percentuais (variáveis qualitativas). Para a comparação dos terços dentro de cada grupo foi considerado o modelo de análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas. A comparação entre os grupos foi definida pelo sistema rotatório, em relação à avaliação feita antes do preparo do canal e, também, em relação à variação percentual ocorrida entre as duas avaliações (antes e depois) foi feita usando-se o modelo de análise de variância (ANOVA) com um fator. Para a comparação entre os grupos na avaliação depois do preparo do canal, foi considerado o modelo de análise de covariância (ANCOVA) incluindo-se a

Resultado

avaliação antes como covariável. Para as comparações múltiplas foi usado o teste LSD (least significant difference). A condição de normalidade das variáveis foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks. Valores de $p < 0,05$ indicaram significância estatística. Cada dente foi avaliado nos terços cervical, médio e apical em relação à área de alargamento do canal, percentual do alargamento do diâmetro mesio-distal do canal, centralização (D1/D2), transporte do canal (T1/T2). Um dos objetivos do estudo foi comparar os terços dentro de cada grupo. Outro objetivo foi comparar os grupos considerando-se cada um dos terços. Um terceiro objetivo foi comparar as avaliações feitas antes e depois do preparo para as variáveis avaliadas nesses dois momentos.

5.2.1 ANÁLISE DA ÁREA DO CANAL ANTES E DEPOIS DO PREPARO

A análise da área do canal antes e depois do preparo por grupo está expressa nas (Tabelas 3, 4, e 5) nos (Gráficos 2,3 e 4).

Grupo 1: ProTaper

Tabela 3- Variação da área do canal antes e depois do preparo, nos terços cervical médio e apical no sistema ProTaper (%)

Grupo: Protaper

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p**			
				Cerv x med x apic	Cerc x med	Cerv x apic	Med x apic
Antes	14,8 ± 2,7	12,7 ± 3,6	9 ± 2,8	<0,001	0,054	0,001	0,001
Depois	29,4 ± 6,6	22,9 ± 6,4	16 ± 4,4	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Var %	101,8 ± 38,8	83,8 ± 33,5	81,8 ± 36,2	0,273	-	-	-
Valor de p* (antes x depois)	<0,001	<0,001	<0,001				

* Teste t de Student para amostras pareadas, $p < 0,05$. ** ANOVA com medidas repetidas, $p < 0,05$

Resultado

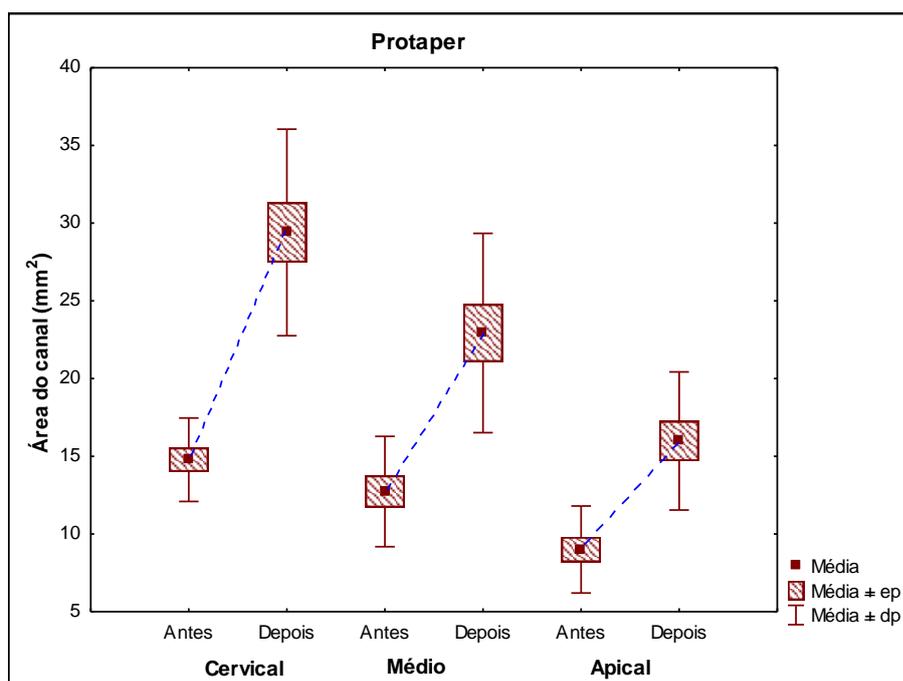


GRÁFICO 2- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) com o sistema ProTaper (%).

Grupo 2: Mtwo

Tabela 4- Área do canal antes e depois do preparo, nos terços cervical médio e apical no sistema Mtwo (%)

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p			
				Cerv x med x apic	Cerc x med	Cerv x apic	Med x apic
Antes	16,3 ± 3,4	13,8 ± 6,4	8,4 ± 2,9	<0,001	0,107	0,001	0,001
Depois	31 ± 9,9	22,3 ± 8	13,9 ± 3,7	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Var %	90,8 ± 40,9	69,8 ± 30	70,7 ± 33,5	0,281	-	-	-
Valor de p* (antes x depois)	<0,001	<0,001	<0,001				

* Teste t de Student para amostras pareadas, p<0,05** ANOVA com medidas repetidas, p<0,05

Resultado

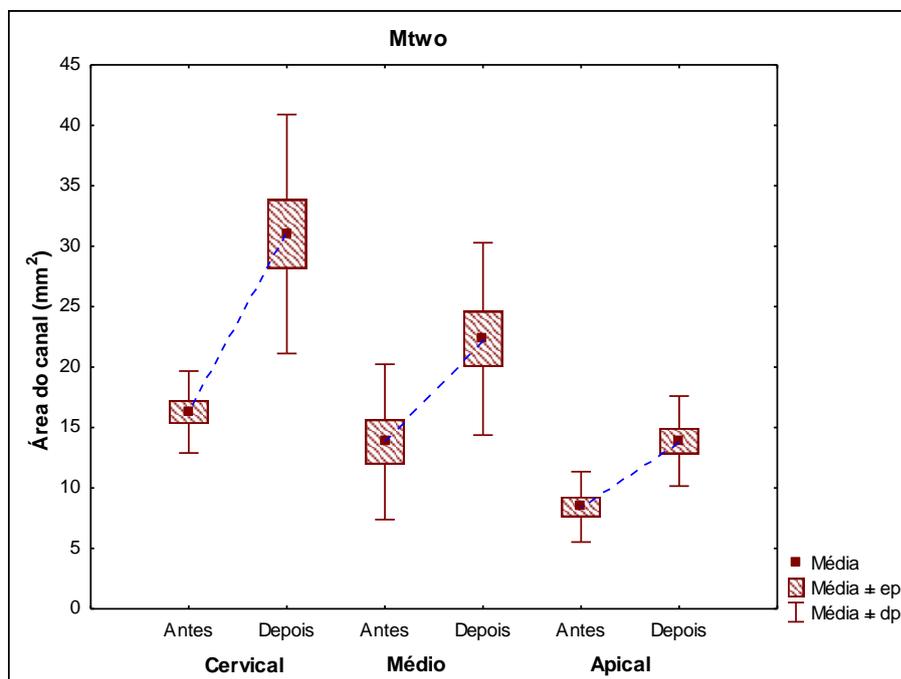


GRÁFICO 3- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) com o sistema Mtwo (%).

Grupo 3: K3

Tabela 5- Área do canal antes e depois do preparo, nos terços cervical médio e apical no sistema K3 (%)

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p			
				Cerv x med x apic	Cerc x med	Cerv x apic	Med x apic
Antes	13,6 ± 3,7	9,1 ± 3,5	5,9 ± 2,1	<0,001	<0,001	0,001	0,006
Depois	18,5 ± 5,1	12,7 ± 3,2	8,0 ± 2,1	<0,001	<0,001	0,001	0,002
Var %	37 ± 10,7	44,7 ± 16,6	39 ± 12,7	0,245	-	-	-
Valor de p* (antes x depois)	<0,001	<0,001	<0,001				

* Teste t de Student para amostras pareadas, p<0,05. ** ANOVA com medidas repetidas, p<0,05

Resultado

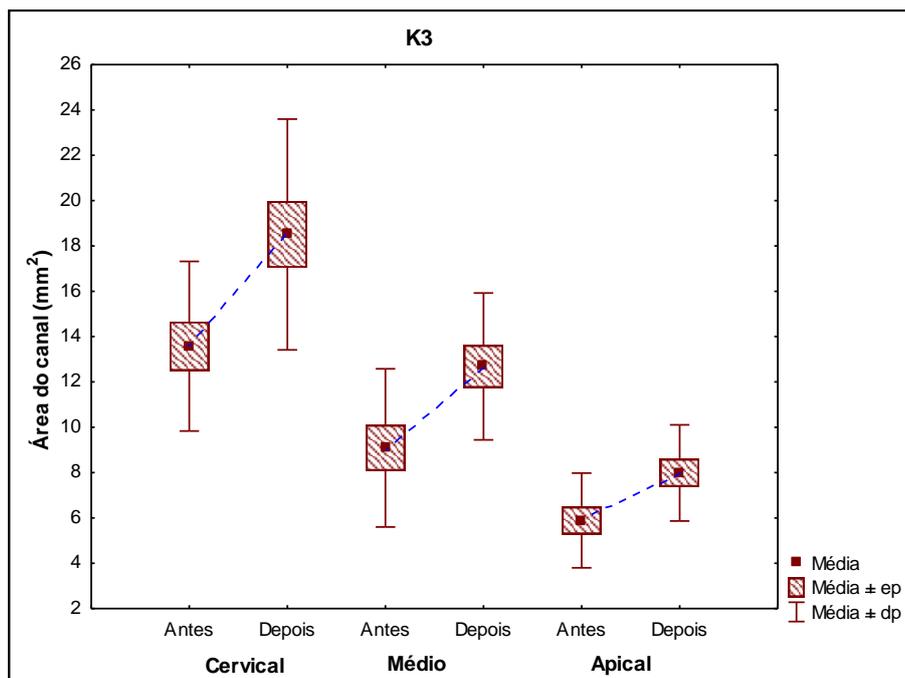


GRÁFICO 4- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) com o sistema K3 (%).

5.2.1.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS ROTATÓRIOS DA ÁREA DO CANAL ANTES E DEPOIS DO PREPARO

A comparação entre os sistemas rotatórios da área do canal antes e depois do preparo está expressa nas (Tabelas 6, 7, 8) e (Gráficos 5,6, 7).

Terço: cervical

Tabela 6- Área do canal antes e depois do preparo, entre os sistemas rotatórios no terço cervical (%)

Avaliação	Valor de p*			
	Prot x Mtwo x K3	Prot x Mtwo	Prot x K3	Mtwo x K3
Antes	0,150	-	-	-
Depois	0,001	0,489	<0,001	<0,001
Var %	0,211	-	-	-

** ANOVA com um fator (antes, var%), ANCOVA (depois), p<0,05

Resultado

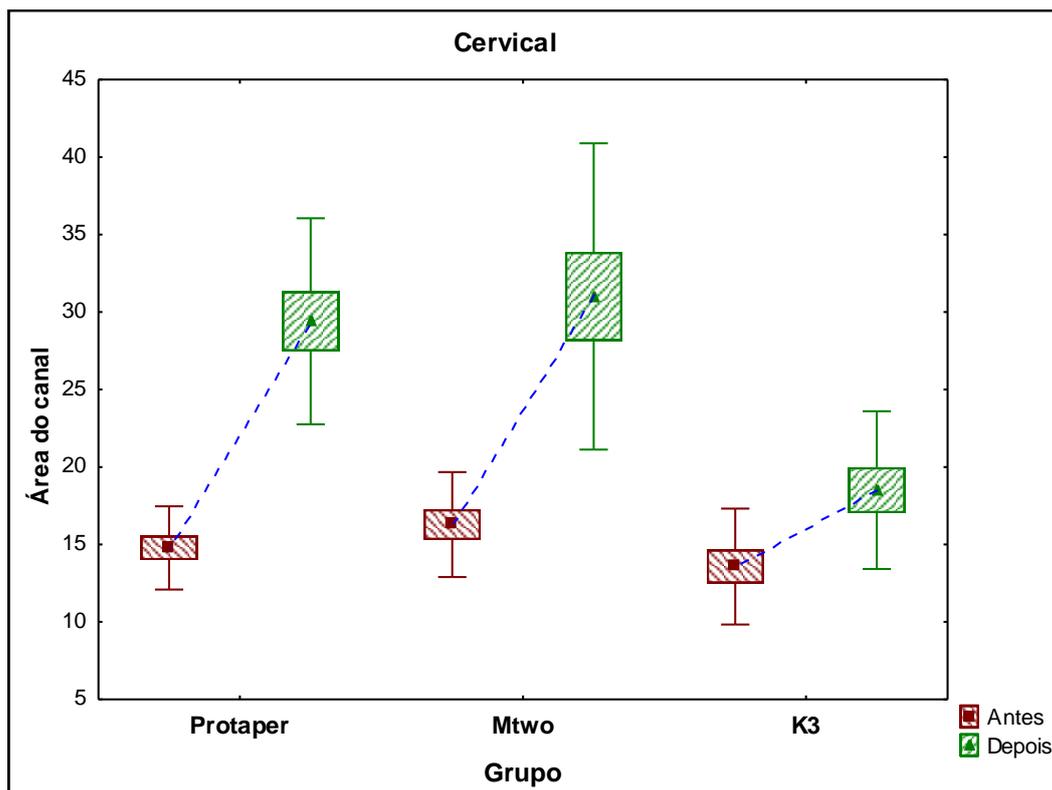


GRÁFICO 5- Área do canal antes de depois do preparo (alargamento) entre os sistemas rotatórios no terço cervical (%).

Terço: médio

Tabela 7- Área do canal antes e depois do preparo entre os sistemas rotatórios no terço médio(%)

Avaliação	Valor de p			
	Prot x Mtwo x K3	Prot x Mtwo	Prot x K3	Mtwo x K3
Antes	0,653	-	-	-
Depois	<0,001	0,611	<0,001	<0,001
Var %	0,527	-	-	-

** ANOVA com um fator (antes, var%), ANCOVA (depois), $p < 0,05$

Resultado

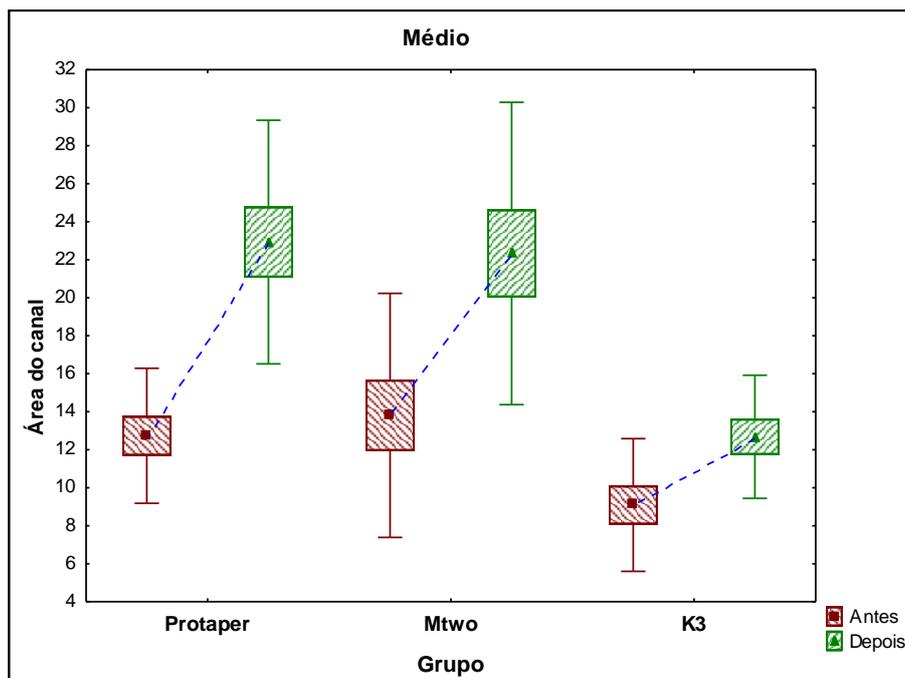


GRÁFICO 6 - Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) entre os sistemas rotatórios no terço médio (%).

Terço: apical

Tabela 8- Percentagem da área do canal antes e depois do preparo entre os sistemas rotatórios no terço apical

Avaliação	Valor de p			
	Prot x Mtwo x K3	Prot x Mtwo	Prot x K3	Mtwo x K3
Antes	0,424	-	-	-
Depois	<0,001	0,075	<0,001	<0,001
Var %	0,600	-	-	-

** ANOVA com um fator (antes, var%), ANCOVA (depois), $p < 0,05$

Resultado

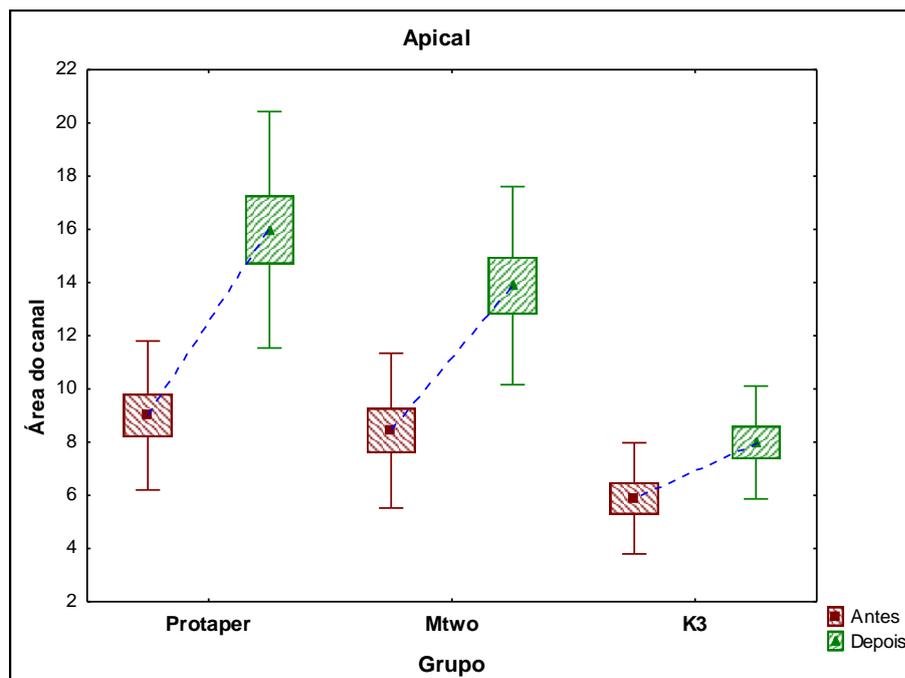


GRÁFICO 7- Área do canal antes e depois do preparo (alargamento) entre os sistemas rotatórios no terço apical (%).

5.2.2 PERCENTAGEM DO ALARGAMENTO DO DIÂMETRO MÉDIO-DISTAL DO CANAL

A percentagem do alargamento do diâmetro médio-distal do canal está expressa nas (Tabelas 9, 10, 11) e nos (Gráficos 8,9 e 10).

Grupo 1: ProTaper

Tabela 9- Percentagem de alargamento do diâmetro médio-distal do canal no sistema ProTaper

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p** (Cerv x med x apic)
Antes	33,7 ± 4,4	35,2 ± 3,8	34,7 ± 4,2	0,475
Depois	48,3 ± 4,8	51,1 ± 6,4	49,4 ± 5,1	0,323
Diferença	14,6 ± 5,4	15,9 ± 5,3	14,7 ± 5,7	0,783
Valor de p* (antes x depois)	<0,001	<0,001	<0,001	

* Teste t de Student para amostras pareadas, p<0,05.** ANOVA com medidas repetidas, p<0,05

Resultado

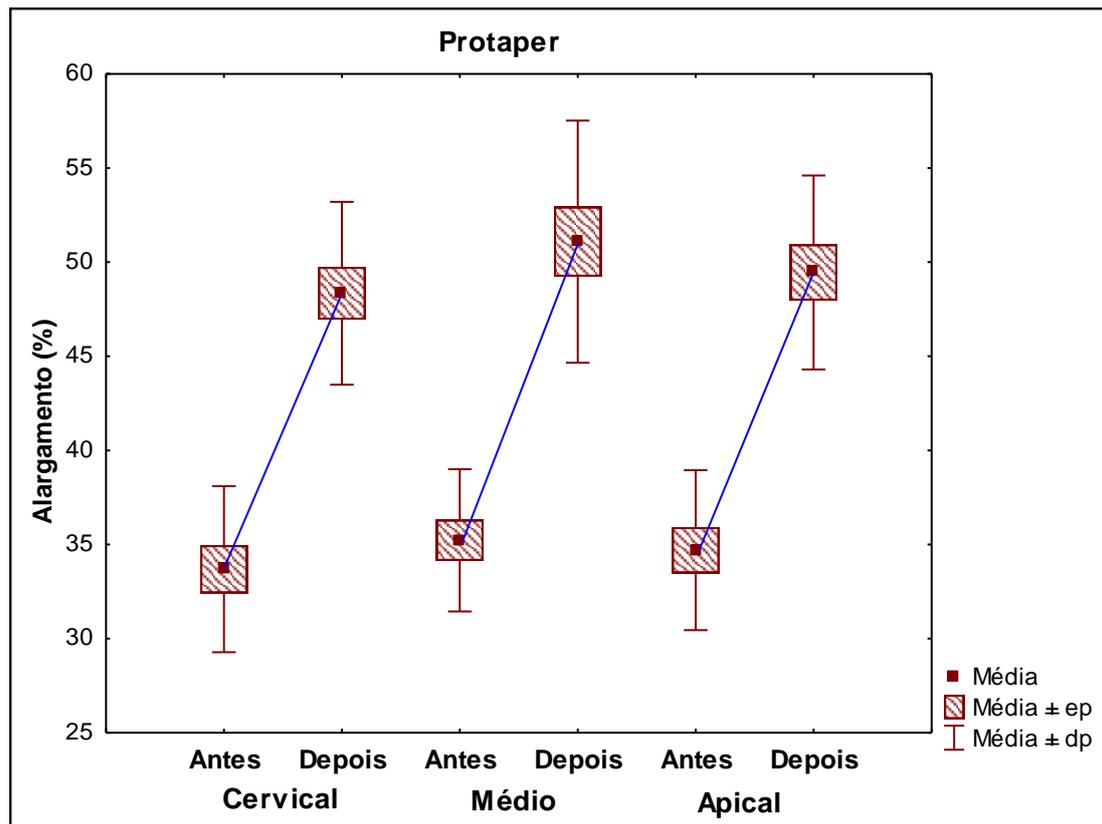


GRÁFICO 8- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal antes e depois do preparo no sistema ProTaper (%).

Grupo 2: Mtwo

Tabela 10- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal no sistema Mtwo.(%)

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p (Cerv x med x apic)
Antes	33,7 ± 4,6	35,5 ± 4,8	37,4 ± 8,9	0,368
Depois	47,9 ± 6,6	49,7 ± 4,0	50,6 ± 8,9	0,617
Diferença	14,2 ± 5,7	14,2 ± 5,2	13,2 ± 4,9	0,860
Valor de p* (antes x depois)	<0,001	<0,001	<0,001	

* Teste t de Student para amostras pareadas, p<0,05** ANOVA com medidas repetidas, p<0,05

Resultado

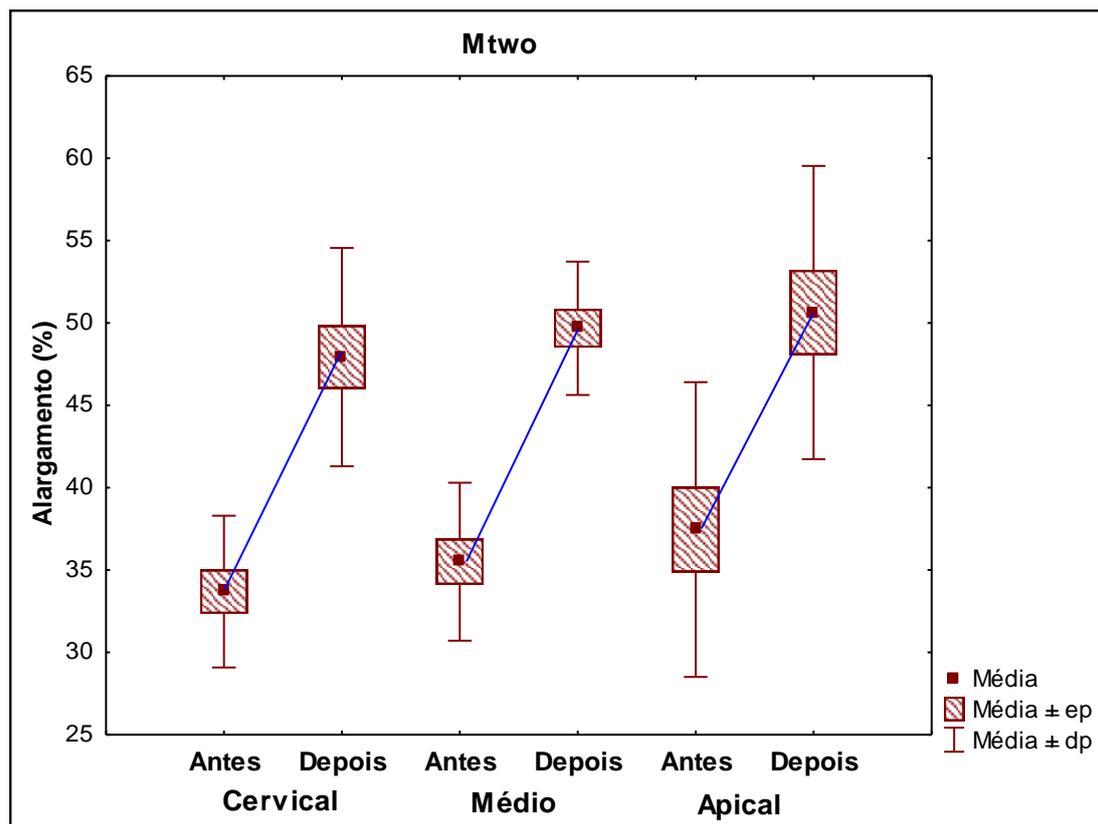


GRÁFICO 9- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal antes e depois do preparo no sistema Mtwo (%).

Grupo 3: K3

Tabela 11- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal no sistema K3(%)

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p (Cerv x med x apic)
Antes	35,8 ± 5,3	34,3 ± 5,5	34,8 ± 4,5	0,578
Depois	41,6 ± 6,0	40,1 ± 6,0	41,1 ± 5,1	0,620
Diferença	5,8 ± 3,2	5,8 ± 1,8	6,3 ± 2,6	0,855
Valor de p* (antes x depois)	<0,001	<0,001	<0,001	

* Teste t de Student para amostras pareadas, $p < 0,05$. ** ANOVA com medidas repetidas, $p < 0,05$

Resultado

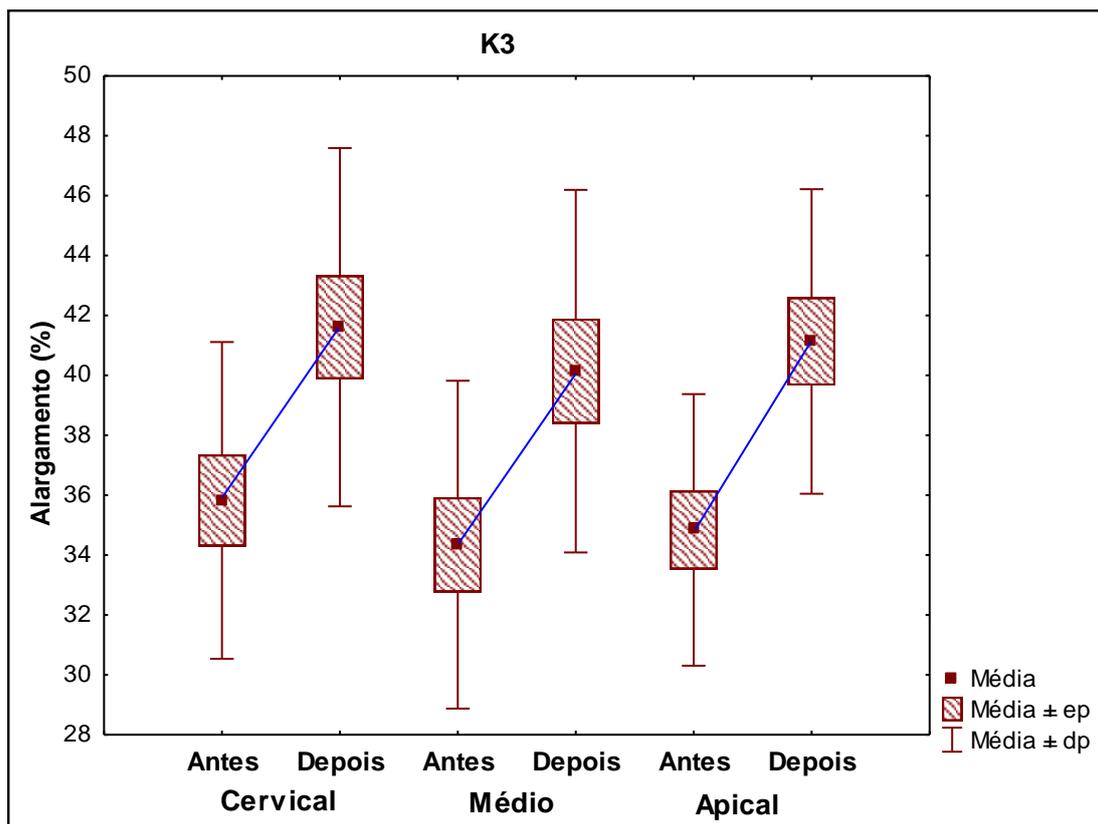


GRÁFICO 10- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal antes e depois do preparo no sistema K3 (%).

5.2.2.1 COMPARAÇÃO DA PORCENTAGEM DO ALARGAMENTO DO DIÂMETRO MÉSIO-DISTAL DO CANAL ENTRE OS SISTEMAS ROTATÓRIOS

A comparação da porcentagem do alargamento do diâmetro méso-distal do canal está expressa nas (Tabelas 12, 13 e 14) e nos (Gráficos 11, 12 e 13)

Resultado

Terço: cervical

Tabela 12- Percentagem de alargamento do diâmetro do canal no sentido méso-distal entre os sistemas rotatórios

Avaliação	Valor de p			
	Prot x Mtwo x K3	Prot x Mtwo	Prot x K3	Mtwo x K3
Antes	0,458	-	-	-
Depois	<0,001	0,832	0,002	0,003
Diferença	<0,001	0,836	<0,001	<0,001

** ANOVA com um fator (antes, var%), ANCOVA (depois), $p < 0,05$

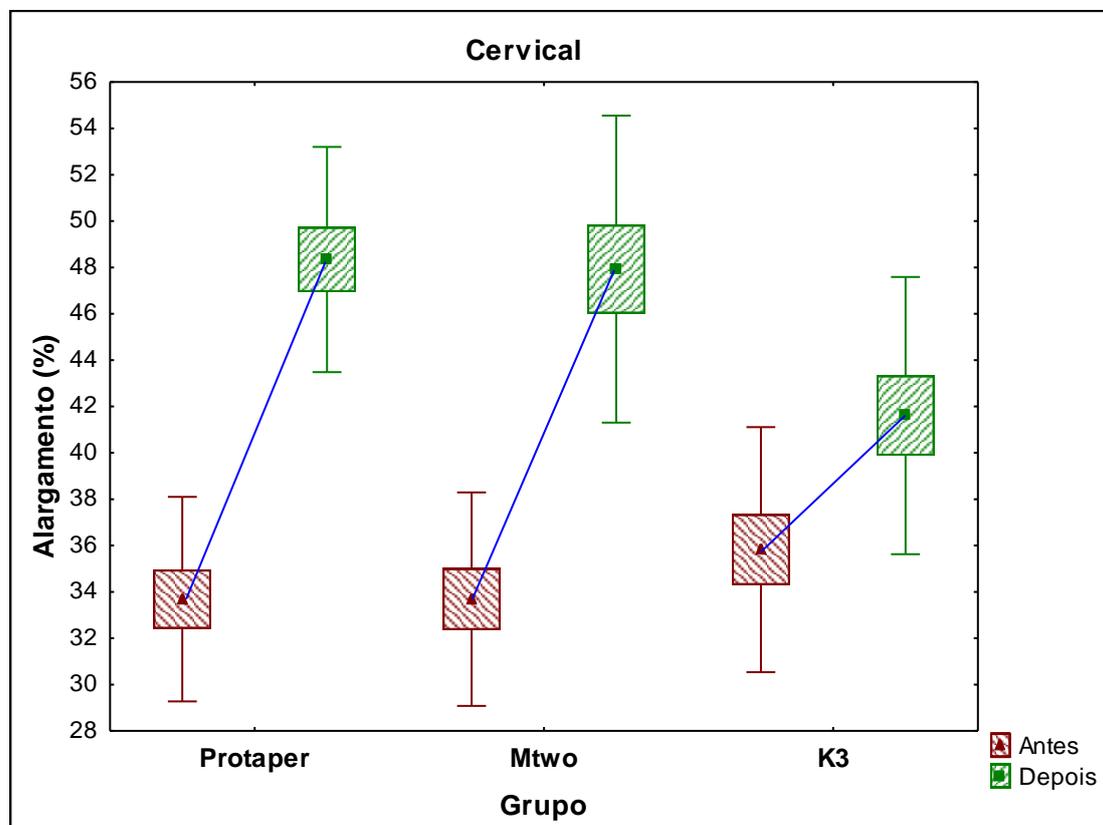


GRÁFICO 11- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal entre os sistemas rotatórios(%)

Resultado

Terço: médio

Tabela 13- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal entre os sistemas rotatórios (%)

Avaliação	Valor de p			
	Prot x Mtwo x K3	Prot x Mtwo	Prot x K3	Mtwo x K3
Antes	0,823			
Depois	<0,001	0,432	<0,001	<0,001
Diferença	<0,001	0,534	<0,001	<0,001

** ANOVA com um fator (antes, var%), ANCOVA (depois), $p < 0,05$

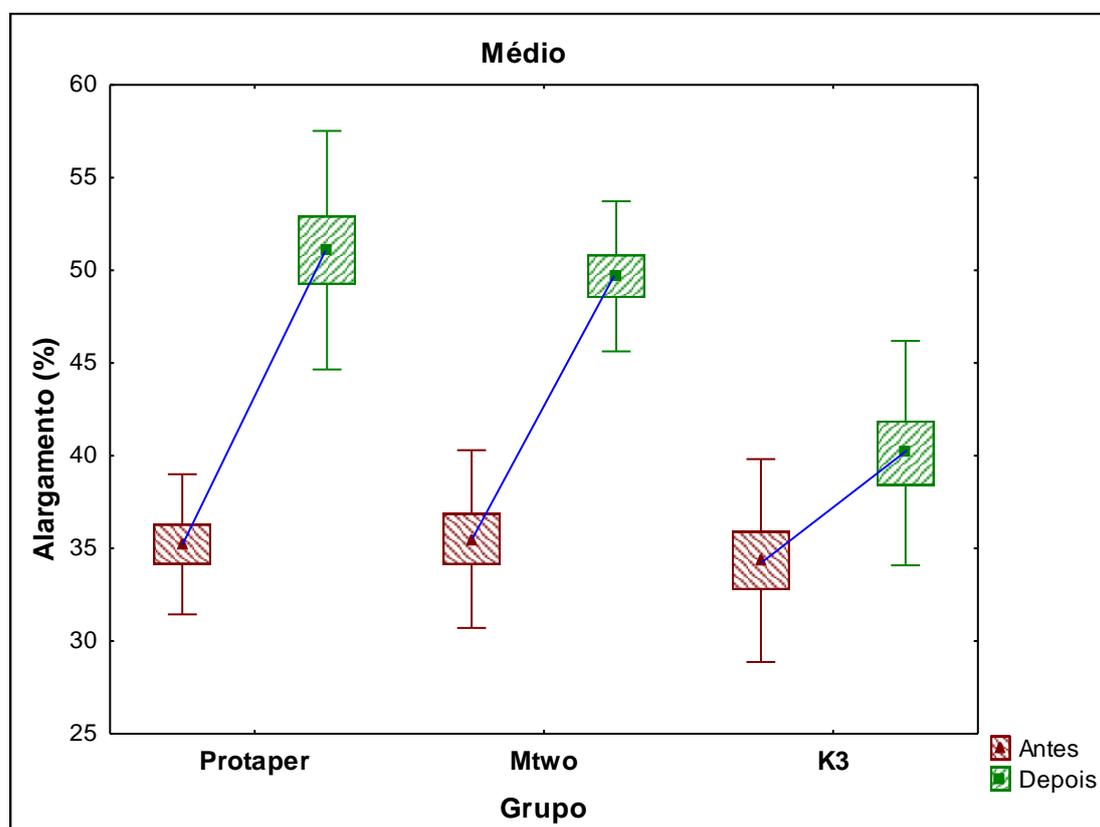


GRÁFICO 12- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal antes e depois do preparo entre os sistemas rotatórios (%)

Resultado

Terço: apical

Tabela 14- Alargamento do diâmetro méso-distal do canal entre os sistemas rotatórios (%)

Avaliação	Valor de p			
	Prot x Mtwo x K3	Prot x Mtwo	Prot x K3	Mtwo x K3
Antes	0,489			
Depois	<0,001	0,522	<0,001	<0,001
Diferença	<0,001	0,411	<0,001	<0,001

** ANOVA com um fator (antes, var%), ANCOVA (depois), p<0,05

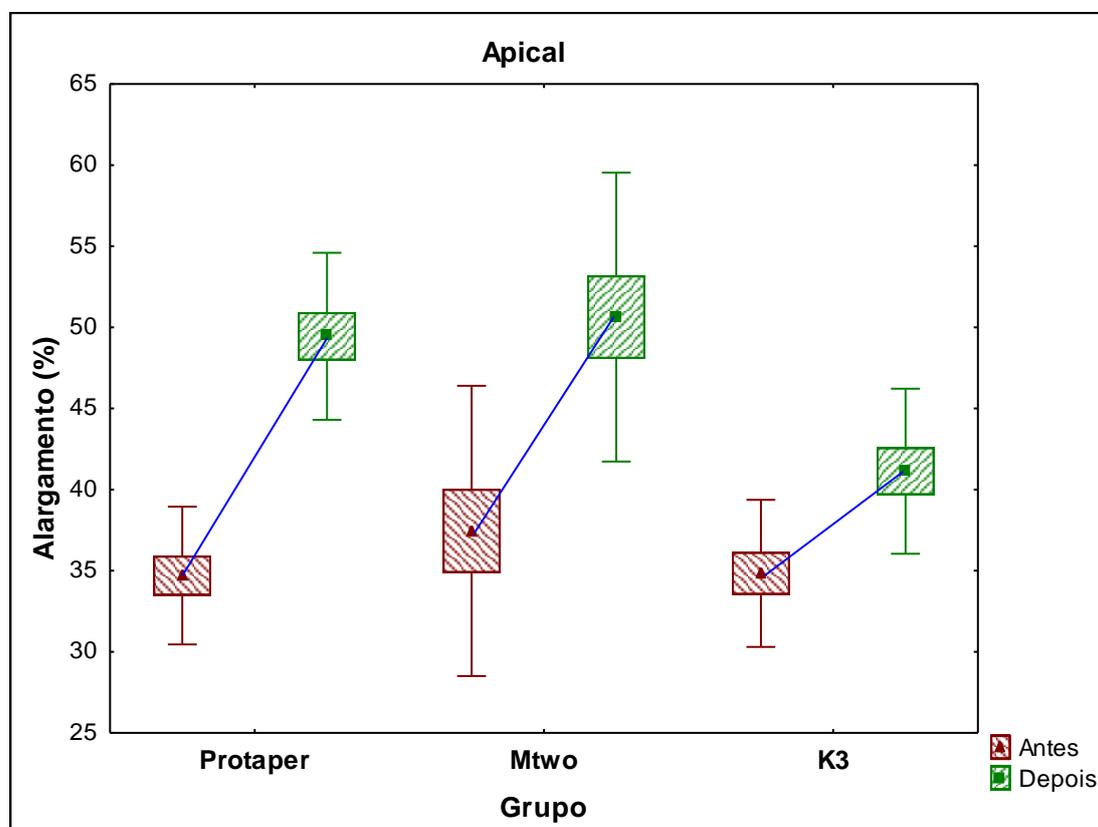


GRÁFICO 13- Alargamento do diâmetro méso- distal do canal antes e depois do preparo entre os sistemas rotatórios (%).

5.2.3 ANÁLISE DA CENTRALIZAÇÃO DO CANAL

Centralização vestibulo-palatino

Resultado

Os resultados da análise da centralização vestibulo-palatina estão expressos nas (Tabelas 15, 16, 17 e 18) e no (Gráfico14).

Tabela 15.- Centralização vestibulo-palatino nos grupos (%)

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p* (Cerv x med x apic)
Protaper	0,598 ± 0,33	0,621 ± 0,417	0,170 ± 0,216	0,006
Mtwo	0,445 ± 0,377	0,562 ± 0,406	0,353 ± 0,43	0,403
K3	0,646 ± 0,366	0,596 ± 0,392	0,587 ± 0,371	0,897

** Teste não-paramétrico de Friedman, $p < 0,05$

No grupo Protaper foi encontrada diferença significativa entre os terços. Sendo assim, estes foram comparados dois a dois. Os valores de p(%) são apresentados na (Tabela 17).

Tabela 16- Comparação da centralização vestibulo-palatino entre os terços da raiz méso-vestibular no grupo Protaper (%)

Terços comparados	Valor de p (%)
Cervical x médio	0,871
Cervical x apical	0,006
Médio x apical	0,004

Tabela 17- Comparação da centralização vestibulo-palatino entre os terços da raiz méso-vestibular e grupos (%)

Terço	Valor de p*
	Protaper x Mtwo x K3
Cervical	0,368
Médio	0,939
Apical	0,022

* ANOVA com um fator, $p < 0,05$

Resultado

Tabela 18- Comparação entre os grupos no terço apical da raiz méso-vestibular (%)

Grupos comparados	Valor de p
Protaper x Mtwo	0,210
Protaper x K3	0,006
Mtwo x K3	0,112

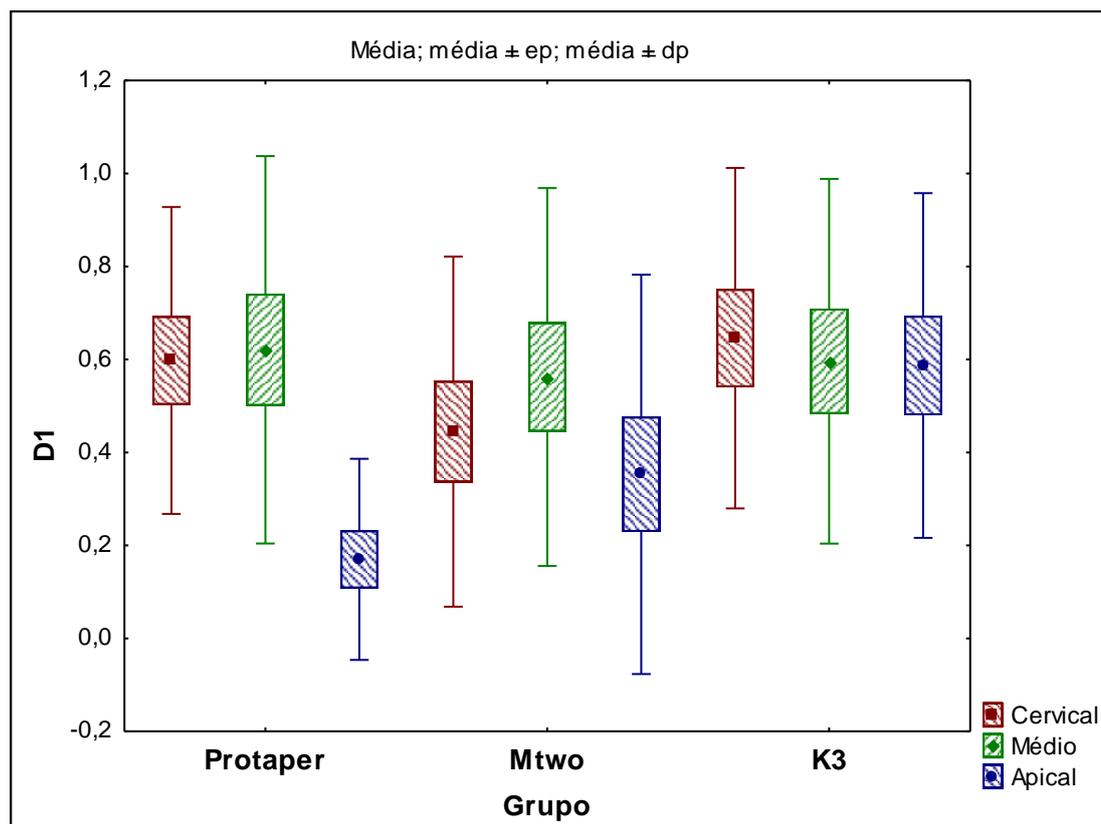


GRÁFICO 14- Centralização vestibulo -palatino nos grupos e nos terços da raiz méso-vestibular (%).

Centralização méso-distal

Os resultados da análise da centralização méso-distal estão expressos nas Tabelas 19 e 20 e no Gráfico 15.

Resultado

Tabela 19- Centralização méso-distal nos grupos (%)

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p* (Cerv x med x apic)
Protaper	0,458 ± 0,291	0,693 ± 0,321	0,528 ± 0,377	0,248
Mtwo	0,485 ± 0,275	0,615 ± 0,423	0,372 ± 0,416	0,299
K3	0,408 ± 0,254	0,372 ± 0,304	0,316 ± 0,297	0,751

Teste não-paramétrico de Friedman, $p < 0,05$

Tabela 20.- Comparação entre os terços da raiz e os grupos (%)

Terço	Valor de p*
	Protaper x Mtwo x K3
Cervical	0,783
Médio	0,082
Apical	0,353

* ANOVA com um fator, $p < 0,05$

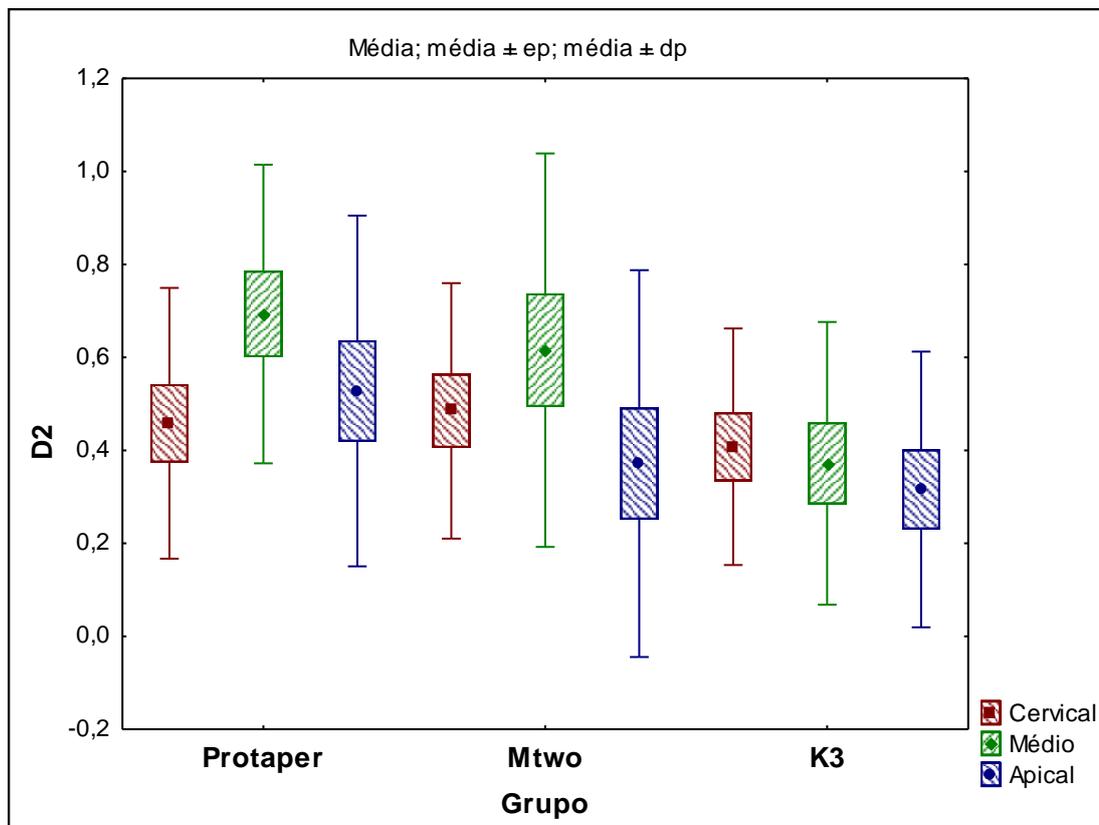


GRÁFICO 15.- Centralização méso-distal nos grupos e terços da raiz méso-vestibular.

Resultado

5.2.4 ANÁLISE DO TRANSPORTE DO CANAL

Transporte vestibulo-palatino

Os resultados da análise do transporte vestibulo-palatino estão expressos nas (Tabelas 21 e 22) e no (Gráfico 16).

Tabela 21- Transporte vestibulo-palatino do canal radicular nos grupos (%)

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p** (Cerv x med x apic)
Protaper	-0,002 ± 0,608	-0,038 ± 0,53	-0,014 ± 0,516	0,987
Mtwo	-0,329 ± 0,493	0,028 ± 0,46	0,075 ± 0,82	0,209
K3	0,036 ± 0,117	0,027 ± 0,181	0,068 ± 0,288	0,862

** ANOVA com medidas repetidas, p<0,05

Tabela 22- Comparação entre os terços da raiz e os grupos (%)

Terço	Valor de p*
	Protaper x Mtwo x K3
Cervical	0,115
Médio	0,909
Apical	0,917

* ANOVA com um fator, p<0,05

Resultado

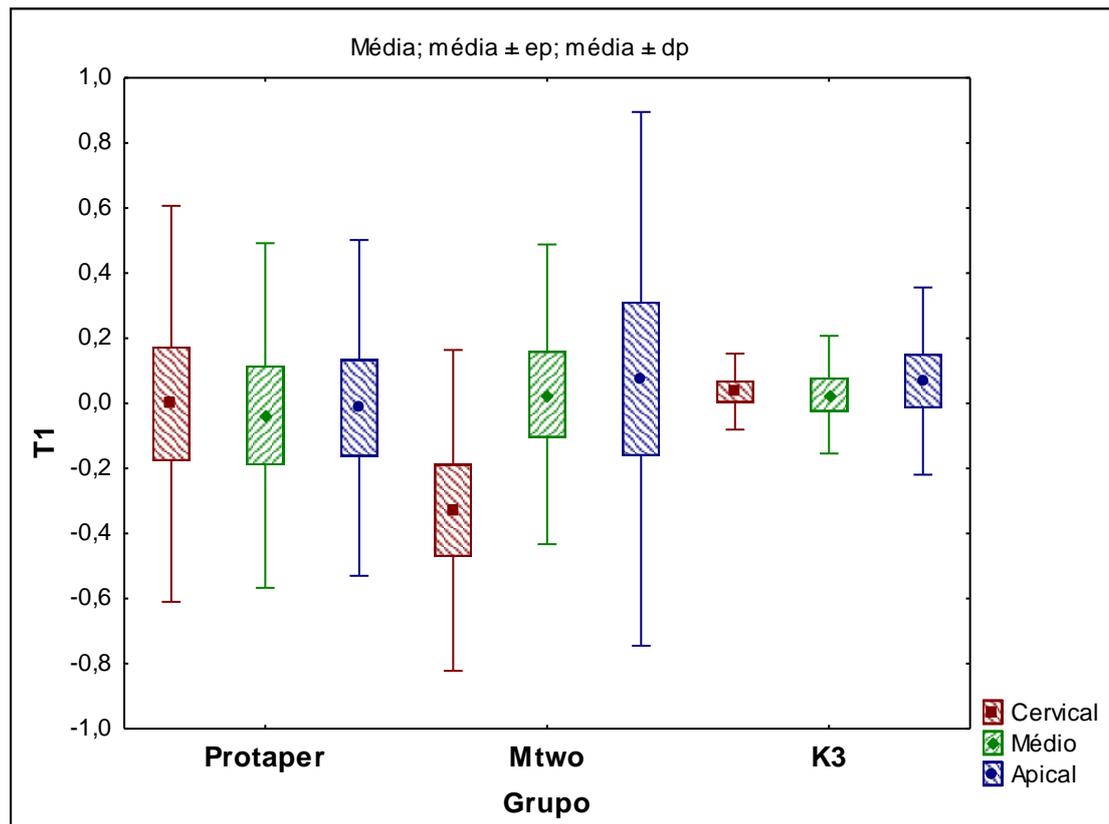


GRÁFICO 16- Transporte vestibulo-palatino nos grupos e nos terços da raiz méso-vestibular (%).

Transporte méso-distal

Os resultados da análise do transporte méso-distal estão expressos nas (Tabelas 23, 24, 25 e 26) e no (Gráfico 17).

Tabela 23- Transporte méso-distal do canal radicular nos grupos (%)

Avaliação	Cervical	Médio	Apical	Valor de p** (Cerv x med x apic)
Protaper	0,218 \pm 0,423	0,086 \pm 0,404	0,001 \pm 0,397	0,347
Mtwo	0,484 \pm 0,496	0,026 \pm 0,373	-0,150 \pm 0,388	0,011
K3	0,302 \pm 0,622	0,458 \pm 0,579	0,279 \pm 0,363	0,505

** ANOVA com medidas repetidas, $p < 0,05$

Resultado

Tabela 24- Comparação entre o terço cervical, médio e apical no grupo Mtwo (%)

Avaliação	Valor de p
Cervical x médio	0,029
Cervical x apical	0,004
Médio x apical	0,376

Tabela 25- Comparação entre o terço cervical, médio e apical e os grupos (%)

Terço	Valor de p*
	Protaper x Mtwo x K3
Cervical	0,449
Médio	0,058
Apical	0,030

* ANOVA com um fator, $p < 0,05$

Tabela 26- Comparação entre os grupos no terço apical da raiz (%)

Avaliação	Valor de p
Protaper x Mtwo	0,339
Protaper x K3	0,084
Mtwo x K3	0,010

Resultado

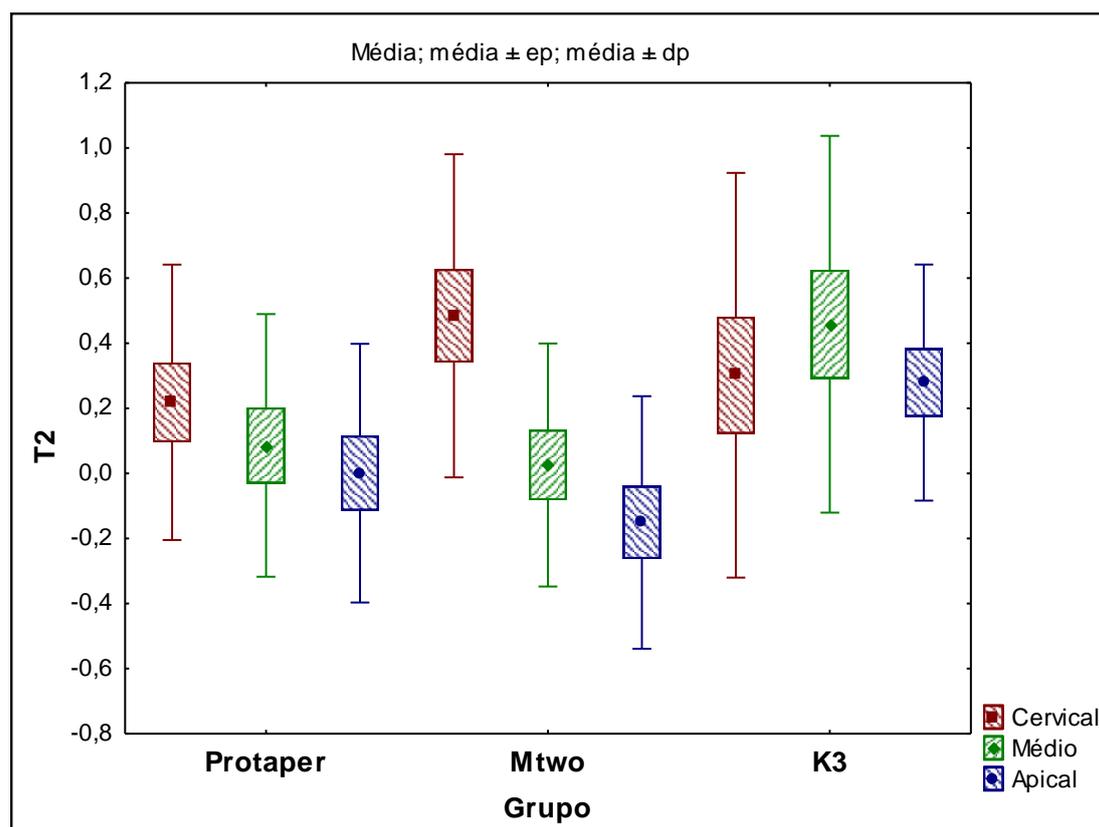


GRÁFICO 17- Transporte méso-distal do canal radicular nos grupos e nos terços da raiz méso-vestibular (%)

5.3 DA ANÁLISE HISTOLÓGICA

Nas Tabelas 27 e 28 são apresentados, para cada grupo, os valores de média e desvio padrão da porcentagem de irregularidade e os valores de p (porcentagem) dos testes estatísticos. O Gráfico 18 mostra as irregularidades na parede do canal radicular em cada grupo e terço da raiz méso-vestibular.

Tabela 27- Irregularidades na parede do canal radicular em cada grupo (%)

Grupo	Cervical	Médio	Apical	Valor de p* (Cerv x med x apic)
ProTaper	25,6 ± 4,7	25,6 ± 5,4	24,3 ± 4,5	0,576
Mtwo	29,6 ± 6,0	27,7 ± 4,8	25,7 ± 5,8	0,084
K3	33,4 ± 6,4	30,8 ± 7,6	36,7 ± 11,3	0,257

* ANOVA com medidas repetidas, $p < 0,05$

Resultado

Tabela 28- Comparação das irregularidades na parede do canal entre grupos e terços da raiz méso-vestibular (%)

Terço	Valor de p*			
	ProTaper x Mtwo x K3	Prot x Mtwo	Prot x K3	Mtwo x K3
Cervical	0,030	0,100	0,009	0,252
Médio	0,230	-	-	-
Apical	0,003	0,647	0,001	0,005

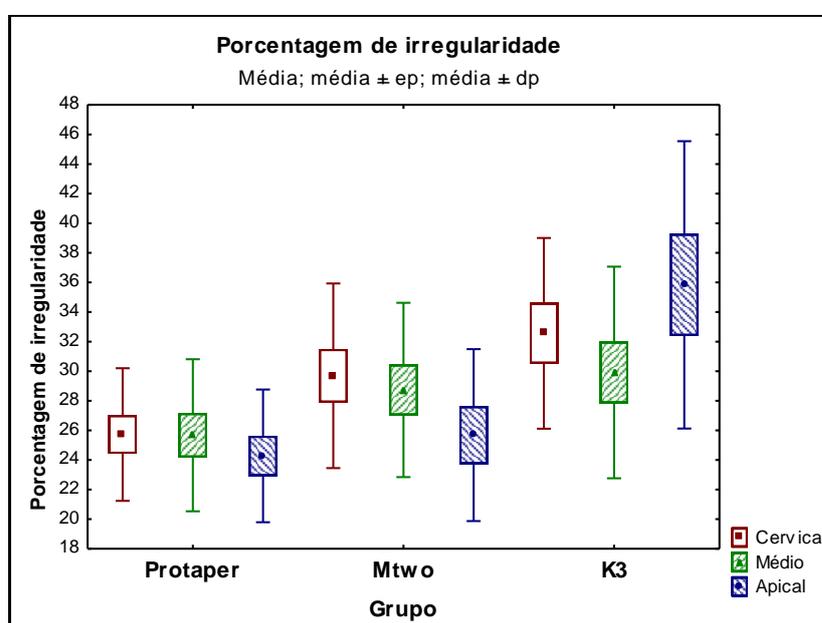
* ANOVA com um fator, $p < 0,05$ 

GRÁFICO 18- Irregularidades na parede do canal radicular em cada grupo e terço da raiz méso-vestibular

A Tabela 29 mostra a porcentagem de resíduos no canal em cada grupo. Na comparação cervical x médio x apical no grupo K3, houve diferença significativa. Sendo assim, foram feitas as comparações dos terços dois a dois. As porcentagens estão expressas na Tabela 30. A Tabela 31 compara a presença de resíduos entre os grupos. O Gráfico 19 apresenta a presença de resíduos no canal radicular em cada grupo e terço da raiz méso-vestibular. As Figuras 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 mostram cortes histológicos no terço

Resultado

cervical, médio e apical do canal radicular preparado com os sistemas ProTaper, Mtwo e K3.

Tabela 29- Resíduos no canal radicular em cada grupo (%)

Grupo	Cervical	Médio	Apical	Valor de p* (Cerv x med x apic)
ProTaper	1,7 ±1,4	1,5±1,2	1,1 ±0,8	0,462
Mtwo	3,8±2,1	4,1±2,2	3,4±1,6	0,420
K3	5,2±1,9	3,9 ±1,4	4,0±1,2	0,026

* ANOVA com medidas repetidas, p<0,05

Tabela 30- Comparação entre os terços da raiz méso-vestibular no grupo K3 (%)

Terços comparados	Valor de p
Cervical x médio	0,012
Cervical x apical	0,031
Médio x apical	0,664

Tabela 31- Comparação de resíduo no canal radicular entre os grupos (%)

Terço	Valor de p*			
	ProtapexMtwo x K3	Prot x Mtwo	Prot x K3	Mtwo x K3
Cervical	<0,001	0,010	<0,001	0,073
Médio	0,001	<0,001	0,001	0,837
Apical	<0,001	<0,001	<0,001	0,281

* ANOVA com um fator, p<0,05

Resultado

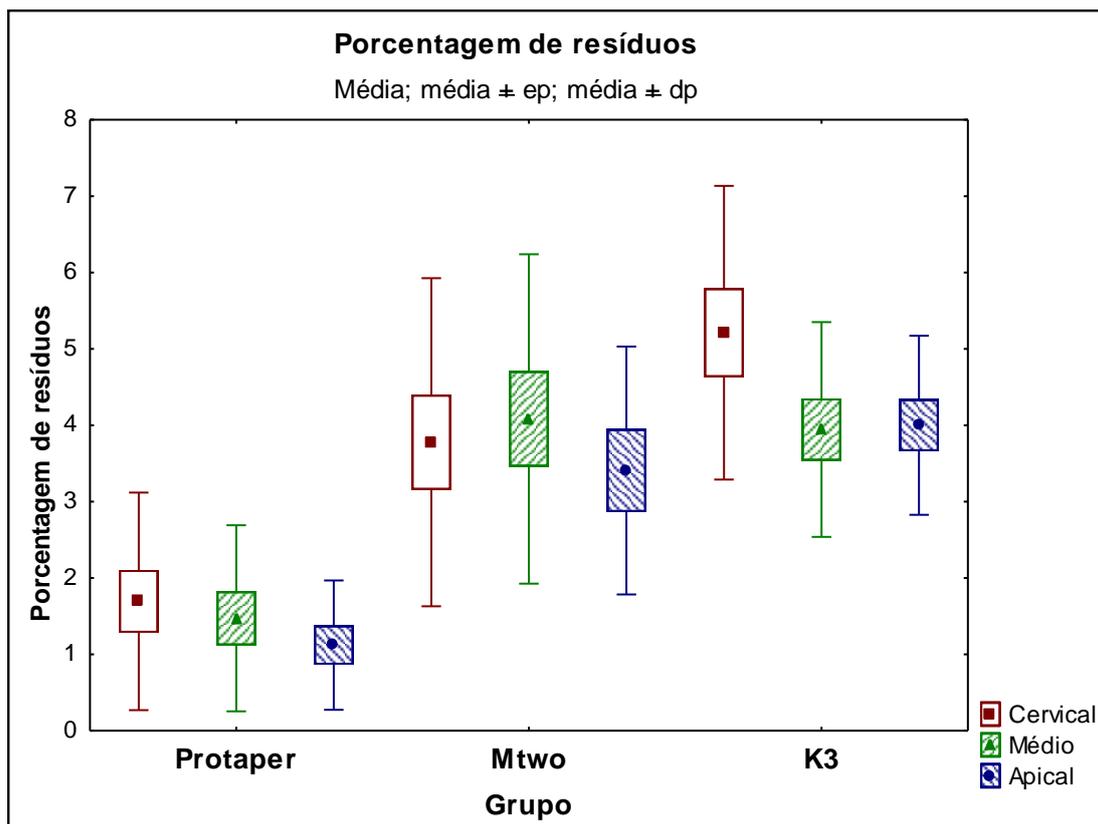


GRÁFICO 19- Resíduos no canal radicular em cada grupo e terço da raiz méso-vestibular

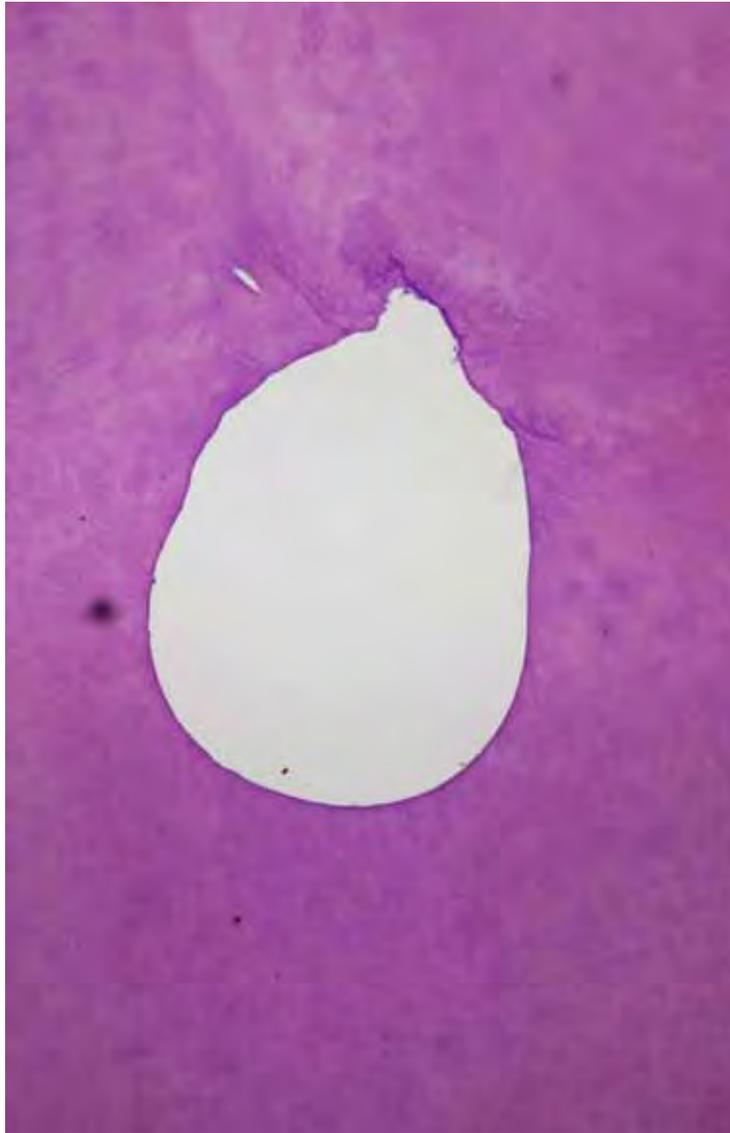


FIGURA 10- Terço cervical do canal radicular preparado com ProTaper. HE.4X.



FIGURA 11- Terço médio do canal radicular preparado com ProTaper. HE.4X.



FIGURA 12-.Terço apical do canal radicular preparado com ProTaper. HE.4X.



FIGURA 13- Terço cervical do canal radicular preparado com Mtwo. HE.4X.



FIGURA 14- Terço médio do canal radicular preparado com Mtwo. HE.4X.

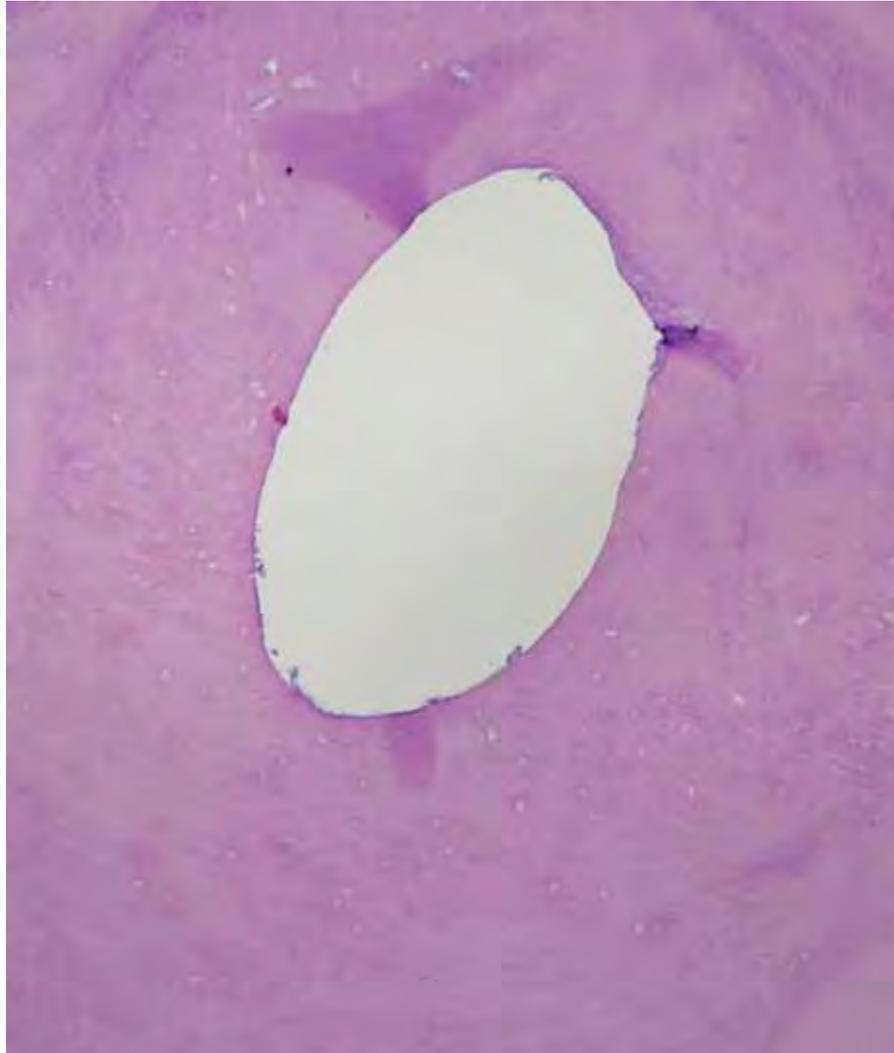


FIGURA 15- Terço apical do canal radicular preparado com Mtwo.HE.4X.



FIGURA 16-Terço cervical do canal radicular preparado com K3.H.E.4X.

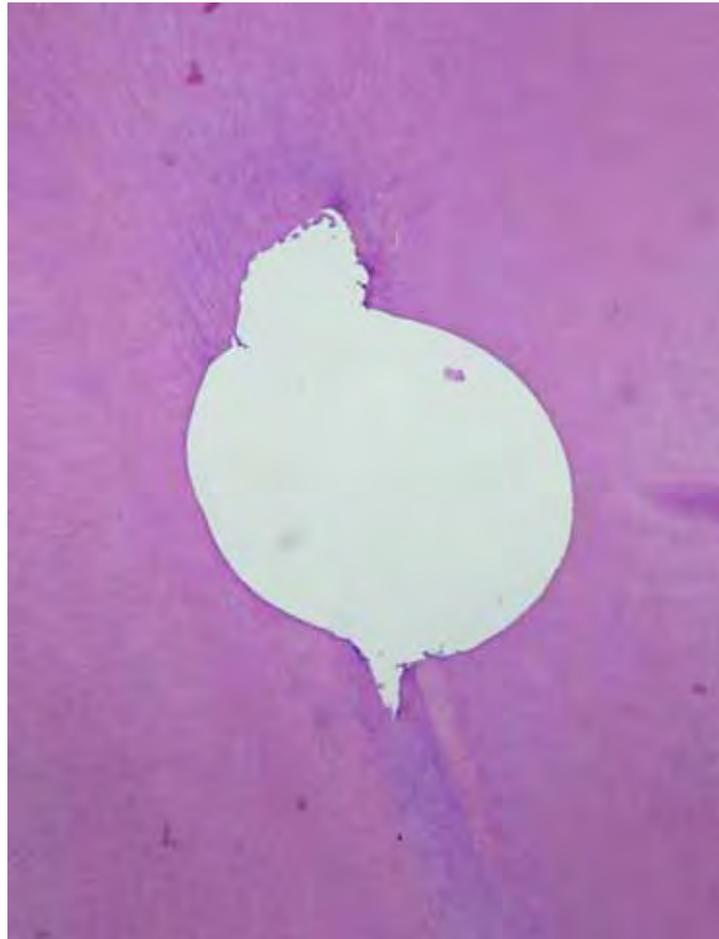


FIGURA 17- Terço médio do canal radicular preparado com K3. HE.4X.



FIGURA 18- Terço apical do canal radicular preparado com K3.HE.4X.

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

6.1 DOS MATERIAIS E MÉTODOS

O dente humano extraído tem sido largamente utilizado na pesquisa endodôntica, principalmente, para avaliação do preparo dos canais radiculares^{3, 11, 13, 21, 64, 72}. A dificuldade em obter-se outro material que possa reproduzir fidedignamente as mesmas características anatômicas do sistema de canais radiculares, faz do dente humano extraído o material de eleição para estudar-se o preparo dos canais através de técnicas manuais ou mecânicas^{23, 28, 58, 62, 63, 133, 142}. No entanto, alguns autores têm usado o canal artificial de plástico como modelo para estudo de preparo do canal^{59, 117}. Para Schafer, Florek¹⁰⁷ (2003), o canal artificial em blocos de plástico não reflete o comportamento do instrumento no canal do dente humano, nem a estrutura da dentina, nem a remoção dela. Todavia, no dente humano, por conta da grande variação na anatomia interna e externa, idade do paciente ao perder o dente, presença de restaurações e cáries é muito difícil padronizar os grupos para o estudo. Essa é uma vantagem do canal artificial de plástico no qual é possível padronizar diâmetro, comprimento e curvaturas. Sonntag et al.¹¹⁷ (2007) associaram num mesmo trabalho dentes humanos extraídos e canais artificiais de plástico. Os resultados foram superiores àqueles com dentes humanos, justamente pela possibilidade de padronizar os canais quanto a curvatura, comprimento e diâmetro.

A aplicação da tomografia computadorizada na pesquisa endodôntica foi bem documentada por Tachibana, Matsumoto¹⁰⁸ (1990) e Nielsen et al.⁸⁰ (1995). O método radiográfico convencional, quando utilizado para avaliar o

Discussão

preparo do canal, fornece somente uma imagem bidimensional. Dessa forma, análises como as alterações dimensões do contorno do preparo, aumento de volume, centralização do preparo não podem ser analisadas. No entanto, a radiografia convencional pode ser usada associada à tomografia computadorizada, na mesma pesquisa, como usar a radiografia convencional para seleção dos dentes, estabelecer a curvatura apical da raiz pelo método de Schneider¹¹¹ (1971) ou o raio da curvatura como propõem Pruet et. al.⁹⁹ (1997) e a tomografia computadorizada para avaliar a atuação dos instrumentos no preparo do canal. Para o nosso trabalho foi feita uma adaptação da plataforma idealizada por Southard et al.¹¹⁸ (1987) em acrílico, com uma moldeira interna de poliéster, com sulcos para ser preenchida com silicone de condensação. Ao contrário da resina de poliéster, o silicone é de fácil manipulação, permitindo a remoção do dente do bloco, e interfere pouco nos raios-X. A tomografia computadorizada tem sido largamente utilizada como método de avaliação para detectar centralização do preparo, alterações dimensionais de contorno em vários cortes transversais do terço coronário ao ápice e aumento de volume do canal. O método mais utilizado é radiografar do dente antes e depois do preparo dos canais e digitalizar as imagens para análise. Alguns autores avaliam o preparo pelo método da proporção, descrito por Gambill et al.³⁷ (1996). Outros sobrepõem as tomografias antes e depois e analisam as imagens em softwares específicos. No entanto, a tomografia computadorizada tem baixa resolução quando comparada à radiografia convencional e digital, além de necessitar de um software para ler e interpretar as imagens, eventualmente, de difícil manuseio e custo elevado.

Discussão

A análise do corte do instrumento de NiTi pela perda massa, ao invés do aumento de volume visto em tomografia, é um método fácil, prático e empregado por vários autores^{48,73,74,77,79,81,118,124,141}. Tem suas limitações, tais como, material empregado, dificuldade de padronizar a força, movimento dos instrumentos, torque e irrigação.

O método de Bramante et al.¹⁷ (1987) para avaliação do preparo dos canais através de uma mufla, na qual o dente é preso, tem a vantagem de permitir a visualização dos canais antes e depois do preparo, retirando-se o corte para análise. No entanto, pode haver perda significativa de dentina, penetração de resíduos no canal, em consequência do corte e dificuldade de cortes muito próximos do ápice. Leonardi⁶⁶ (2008) avaliou comparativamente os métodos radiográfico, da mufla proposto por Bramante et al.¹⁷ (1987) e histológico, no preparo dos canais com o sistema RaCe. Concluiu que os métodos completam-se e não devem ser avaliados isoladamente. Ünal et al.¹³⁰ (2009) avaliaram se as trocas feitas nos instrumentos ProTaper Universal versus ProTaper contribuíram para a melhora na qualidade do preparo do canal, usando o método da mufla. Esses não encontraram diferença na quantidade de dentina removida, transporte do canal e variação na forma do canal. Os autores comentam as limitações do número de cortes com o método empregado, principalmente no terço apical.

O método histológico permite avaliar a limpeza, a forma, a atuação dos instrumentos na parede do canal, o alargamento e a remoção de pré-dentina no preparo dos canais. Walton¹⁴⁰ (1976) mostrou cortes longitudinais e transversais de dentes com canais preparados, como o método é adequado avaliar a limpeza e forma do preparo, variando a técnica de preparo e a

Discussão

anatomia dos canais. A avaliação histológica tem permitido comparar preparo manual, ultra-sônico e rotatório com muita definição, principalmente em áreas de istmos e ramificações. As desvantagens do método histológico são tempo de preparo do material para exame, necessidade de laboratório, de técnico e de materiais específicos. Outros métodos como o corante com azul de metileno, contrastes radiográficos e diafanização também têm sido usados para avaliar o preparo do canal Sonntag et al.¹¹⁷ (2007).

6.2 DOS RESULTADOS

6.2.1 DA CAPACIDADE DE CORTE DOS INSTRUMENTOS

A análise do corte do instrumento de NiTi pode ser feita pela perda de massa (g) , aumento de volume do canal e profundidade de corte. Anderson et al.⁴ (1985) ressaltam que o método de avaliação de corte deve refletir tanto quanto possível as condições clínicas de uso. Para Miserendino et al.⁷³ (1986) a análise de eficiência de corte do instrumento deve envolver o efeito de toda superfície de corte na dentina das paredes do canal radicular. Webber et al.¹⁴¹. (1980) e Newman et al.⁷⁹ (1983) propuseram aparatos que mantinham o instrumento fixo em máquinas apropriadas para o corte. Shen, Happsalo (2008)¹¹³ utilizaram osso bovino, o instrumento foi acoplado ao motor elétrico 1:16, usado para preparo dos canais (ATR Tenicka vision, Dentsply Maillefer, Tulsa, OK). Uma placa foi adaptada de tal maneira que a força aplicada fosse sempre de 3Hz (36mm/s) com velocidade de 350 rpm. No nosso estudo a perda de massa foi mensurada diretamente no dente humano, pesando-o antes e depois do preparo, com velocidade, torque e tempo de preparos padronizados. Os canais radiculares foram preparados pelo mesmo

Discussão

profissional, mas a força e a pressão não foram determinadas. Embora o dente humano retrate a simulação clínica quanto ao tipo de material, assim como no osso bovino, pode haver variações de calcificação e dureza do substrato, em função da idade e local do substrato. Métodos que utilizam materiais diferentes do dente humano não reproduzem, a rigor, a condição clínica.

O controle de torque no motor elétrico é efetivo em minimizar a fratura do instrumento ^{51, 60, 93, 150, 152}. Silva et al.¹¹⁴ (2005) verificaram que o torque aplicado para o preparo de dentes extraídos com os sistemas RaCe e Profile variou de 3,2 a 5,99 Nmm. A força aplicada aos instrumentos durante o preparo dos canais variou de 1,4Ncm a 2,01Ncm. No nosso estudo, utilizamos o torque fixo de 1,6Ncm. No entanto, há que se considerar ainda a força aplicada aos instrumentos durante o preparo que não foi mensurada. Nos três grupos analisados, houve somente uma fratura de instrumento # 20 no grupo 2 (Mtwo). Esse dente apresentava curvatura de 36,7° na raiz méso-vestibular, próxima à angulação máxima incluída nesse estudo que foi de 40°. A fratura do instrumento ocorreu no quarto uso, no terço apical e no comprimento de trabalho, com fragmento de aproximadamente 2 mm. Com o torque baixo de 1,6N quando o instrumento travava no canal, o dispositivo auto-reverso era acionado automaticamente, o que pode ter contribuído para evitar a fratura de mais instrumentos. Sonntag et al.¹¹⁷ (2007) registraram uma fratura dos instrumentos ProTaper e Mtwo e nenhuma com K3, quando os três sistemas foram usados no preparo dos canais de molares inferiores humanos. A fratura por torção e fadiga tem sido apontada em inúmeros estudos ^{7, 8, 16, 24, 25, 93, 95, 136, 137, 138, 147, 149, 157}. Além do raio e do grau da curvatura, fatores como diâmetro do instrumento, número de usos do instrumento, geometria, velocidade de preparo

Discussão

e torque podem influenciar na fratura do instrumento. Yared, KulKarni¹⁵⁰ (2004) testaram o torque em 1,3Ncm, 1,1Ncm e 0,75Ncm de 5 motores para instrumentos rotatórios de NiTi do fabricante Tulsa Dentsply. Concluíram que o torque real foi mais alto do que o registrado nos motores. Os autores atribuíram algumas fraturas do instrumento Profile à discrepância de torque.

A geometria da secção transversal do instrumento, o ângulo de corte da lâmina, a ponta do instrumento e *taper*, são fatores reportados por vários autores como determinantes na capacidade de corte e resistência a flexão e torsão^{35, 38, 44, 53, 55, 56, 61, 83, 84, 97, 103, 104, 115, 129, 131, 134, 144, 148}. Os instrumentos testados no nosso estudo diferem entre si na sua forma geométrica seccional transversal. O instrumento ProTaper tem secção transversal triangular convexa, enquanto que a do Mtwo é em forma de S retangular com duplo ângulo de corte, e o K3 tem secção com 3 superfícies radiais e forma assimétrica. Berutti et. al.¹⁶ (2003) atribuem maior flexibilidade do instrumento Profile quando comparado ao ProTaper por ter 30% menos de área. Entretanto, quando aplicada força, o ProTaper demonstrou melhor distribuição de stress do que o Profile. UyaniK et. al.¹³² (2006) também concluíram que o ProTaper removeu maior quantidade de dentina do que o sistema HeroShaper, mas não significativa em relação ao sistema RaCe. Kim et al.⁵⁹ (2009) estudaram as reações mecânicas dos instrumentos de NiTi Profile, Hero Shaper, Mtwo e NRT. Os resultados mostraram que os instrumentos com secção transversal com base retangular, como Mtwo e NRT criaram mais stress durante simulação de preparo com 1 e 2 Ncm, velocidade de 240rpm e podem encontrar mais alto *stress* residual e deformação plástica do que instrumentos de secção triangular.

Discussão

São poucos os trabalhos que comparam o corte dos instrumentos rotatórios de NiTi. Dentre eles Uyanik et al.¹³² (2006), Shen, Haapasalo¹¹³ (2008) utilizaram a perda de volume, usando tomografias computadorizadas antes e depois do preparo. Shen, Haapasalo¹¹³ (2008) relatam que é muito difícil avaliar a perda de massa dos instrumentos de NiTi, por conta do baixo poder de seus cortes. De fato, no nosso estudo a diferença de massa entre antes e depois do preparo encontrada em cada sistema foi muito pequena. Entre os sistemas a diferença foi estatisticamente significativa $p < 0,05$, entre ProTaper, Mtwo e K3. Plotino et. al.⁹⁷ (2007), também não notaram diferença na quantidade de dentina removida no terço coronário da raiz entre ProTaper e Mtwo. Uma possível explicação para a maior quantidade de dentina removida pelo instrumento ProTaper pode ser atribuída a diferença de Taper em relação ao Mtwo e K3.

Kerekes, Tronstand⁵⁸ (1977) observaram no canal méso-vestibular do molar superior que o preparo circular só ocorreu entre 1mm à 3mm aquém do ápice. Wu et al.¹⁴⁷ (2002) verificaram que em 25% dos casos o instrumento pode não tocar todas as paredes do canal durante o preparo. Wu et al.¹⁴⁶ (2000) registraram que o diâmetro do canal méso-vestibular único do molar superior a uma distância de 1mm aquém do ápice diâmetro é de 0,43mm e a 5mm 0,96mm no sentido vestibulo/palatino e de 0,22mm e 0,29mm no sentido méso-distal respectivamente. Achados desses autores podem explicar a pequena perda de massa dos dentes com os três sistemas avaliados no presente estudo, quando comparada a trabalhos em ovo bovino, disco de dentina e canais simulados de resina epóxi e plástico.

Discussão

A lubrificação do canal com líquido irrigador, durante o preparo, facilita o contato da lâmina de corte do instrumento com a dentina e diminui a fricção Shen, Haapasalo¹¹³ (2008). De acordo Peters et al.⁹⁰ (2003) o hipoclorito de sódio presente no canal antes do preparo promove tanto desinfecção quanto lubrificação. Alguns estudos mostram que o NaOCl ataca a matriz orgânica da dentina e reduz a microdureza da dentina radicular^{3, 21, 31, 34, 47, 85, 82}. Shen, Haapasalo¹¹³ (2008) encontraram menos força de compressão e mais eficiência de corte nos instrumentos rotatórios de NiTi Hero Shaper, FlexMaster, K3, Libertor, Alpha e Profile, em fêmur bovino quando irrigado com NaOCl do que seco. Entre eles, FlexMaster e K3 removeram maior volume de osso bovino tanto seco quanto irrigado. No entanto, Topuz et al.¹²⁶ (2008) concluíram que o NaOCl 5,25% causa deteriorização da superfície do instrumento rotatório RaCe de NiTi quando imersos por 5 minutos. Os autores recomendam cautela no uso clínico do NaOCl associado ao RaCe pelo risco de provocar deformações no instrumento.

Baratto-Filho et al.¹¹ (2009) estudaram a influência do último instrumento apical do sistema ProTaper com e sem 2,5% de hipoclorito de Sódio na limpeza de incisivos inferiores. Os autores concluíram que nenhuma técnica permite a limpeza completa do canal. No entanto, a técnica de preparo apical com o instrumento F3 e irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% foi a mais eficaz.

A combinação de desgaste da superfície do instrumento e da baixa microdureza da dentina podem reduzir a eficiência de corte do instrumento de NiTi^{106,110}. Alguns estudos^{59, 106, 109, 110, 145, 156} têm mostrado que o tratamento da superfície de corte do instrumento de NiTi tais como, a implantação de íon

Discussão

Bório, processo térmico de nitridação, deposição de nitrido de titânio por vapor físico, tratamento criogênico, Argônio e Nitrogênio, podem aumentar a eficiência de corte do instrumento de NiTi. Recentemente, Alapati et al.² (2009) testaram um novo fio de titânio (M-Wire) com resultados promissores quanto a maior resistência à tensão e à fadiga dos instrumentos rotatórios de NiTi.

O alargamento apical do preparo do canal tem sido objeto de inúmeros estudos^{9, 13, 27, 29, 31, 32, 38, 45, 47, 52, 65, 89, 121, 142, 143}. No estudo atual, nos três sistemas rotatórios (grupos) o preparo apical foi padronizado com o instrumento #30 (0,30 mm) até o forame apical (patência). Coldero et al.²⁹ (2002) estudaram a redução de *Enterococcus faecalis* no preparo rotatório com instrumento de NiTi GT. No grupo A, foi feito o preparo apical adicional com instrumento #35, com o comprimento de trabalho 1mm aquém do forame. No grupo B, foi utilizada a técnica step-back sem o alargamento apical. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na redução de microorganismos. Em ambos os grupos foi usado NaOCl 4,4% e EDTA.

A extrusão de microorganismos, através do forame apical, pode provocar dor pós-operatória, definida por Seltzer, Naidorf¹² (1985) como flare-up. Durante o preparo do canal, se ocorrer extrusão de pequena quantidade de debris para o periápice pode ser uma causa potencial de exacerbação de inflamação perirradicular. Siqueira¹¹⁶ (1997), Er et al.³² (2005) avaliaram a extrusão de *E. faecalis* com os sistemas ProTaper e GT com o comprimento de trabalho em 0,5mm aquém do forame apical. Nos dois sistemas houve extrusão de microorganismos pelo forame apical. Em ambos os sistemas foi usado NaOCl à 2,5%. Kustarci et al.^{64,65} (2008) observaram a extrusão de *E. faecalis* nas técnicas rotatórias RaCe, K3, FlexMaster, técnica manual e grupo controle

Discussão

sem preparo. O comprimento de trabalho foi 1mm aquém do forame apical e o líquido irrigador NaOCl 0,9%. Em todas as técnicas, houve extrusão de microorganismos. Na técnica manual, houve extrusão mais significativa de microorganismos. O preparo do canal até a patência no nosso estudo permitiu estudar o comportamento do instrumento quanto à fratura, regularidade e limpeza das paredes do canal, uma vez que o instrumento rotatório transitava até o forame apical. Wu et al.¹⁴⁶ (2000) verificaram que a conicidade do canal méso-vestibular é de 0,13mm no sentido vestibulo-palatino e 0,02 no sentido méso-distal por mm. Os instrumentos rotatórios testados no nosso trabalho tinham conicidades iguais no diâmetro Do 0,30mm e foram preparados até a patência com o objetivo foi limpar o canal e não alargar. A diferença no alargamento pôde ser avaliada a partir de 1mm aquém do forame quando a conicidade do instrumento de último uso variava de 0,39mm (ProTaper), 0,35mm (Mtwo) 0,34mm (K3).

6.2.2 DA ANÁLISE TOMOGRÁFICA COMPUTADORIZADA

A análise tomográfica computadorizada foi utilizada nesse estudo para se verificar o aumento da área do canal, o alargamento do comprimento méso-distal do canal, a centralização e o transporte do canal, comparando-se as tomografias tomadas antes e depois do preparo rotatório.

Diferentes métodos tem sido utilizados para avaliar, área, volume, centralização e transporte do canal, incluindo radiográfico de Southard et al.¹¹⁷ (1987), tomográfico de Gambill et al.³⁷ (1996), microscópico de Gambarini et al.³⁶ (1999) secção de cortes da raiz, Bramante et al.¹⁸ (1987)

A tomografia computadorizada e microcomputadorizada são métodos radiográficos não invasivos que permitem a visualização tridimensional de todo

Discussão

canal radicular antes e depois do preparo. As tomografias computadorizada e microcomputadorizada têm sido usadas por vários autores^{1, 14, 15, 40, 41, 42, 49, 55, 86, 87, 88, 91, 101, 110, 124, 133, 135} para avaliar área, volume, centralização e transporte do canal. As tomografias são digitalizadas e transferidas para um software apropriado para análise de imagens. No nosso estudo usamos o software Canvas 11 (ACD Systems, Victoria, Canadá) que permite a partir do ponto inicial, mensurar cada ponto desejado até o último ponto da mesma linha, tendo como referência sempre o ponto inicial. Esse software também foi utilizado por Uyanik et al.¹³² (2006) para analisar tomografias computadorizadas tomadas antes e depois do preparo dos canais radiculares com os sistemas rotatórios de NiTi ProTaper, Hero Shaper e RaCe .

A área do canal radicular antes do preparo rotatório comparada a área depois do preparo aumentou significativamente nos três grupos; ProTaper, Mtwo e K3 ($p < 0.05$). No mesmo grupo ProTaper e Mtwo aumentaram mais a área no terço cervical e o K3 no terço médio. No entanto, essas diferenças não foram significativas ($p < 0,05$). Quando comparados os grupos (sistemas) houve diferença significativa entre ProTaper e K3 e entre Mtwo e K3 nos terços cervical, médio e apical ($p < 0,5$). Considerando que o ProTaper removeu mais dentina do canal pela perda de massa do que Mtwo e esse mais do que o K3, esses resultados estão relacionados.

As diferenças na forma geométrica da seção transversal do instrumento, conicidade, número e disposição das espiras, composição da liga de NiTi, podem resultar no maior aumento da área, uma vez que nos três sistemas o último instrumento tinha conicidade em Do 0,30mm. A idéia de introduzir o instrumento # 25 com conicidade 6% no sistema K3 no nosso

Discussão

estudo foi para aumentar a cônica do canal preparado*. Ainda assim a área do canal radicular preparado com o sistema K3 foi significativamente menor do que os sistemas ProTaper e Mtwo.

Durante o preparo dos canais radiculares notamos que o sistema Mtwo deslizava mais suavemente no canal, enquanto que o K3 parecia mais rígido. Essa observação clínica pode estar relacionada à área de metal e a forma seccional do instrumento, pois o K3 tem lâminas radiais maiores que se prendem no canal, enquanto que o Mtwo dos três sistemas avaliados é o que tem o menor contato no canal pela sua forma seccional transversal em S retangular, diferente também do ProTaper que tem a secção triangular convexa. Sonntag et al.¹¹⁷(2007) verificaram que a forma cônica do preparo de canais artificiais para o sistema Mtwo foi de 82%, ProTaper 62% e K3 26,5%. Esses resultados podem estar relacionados com a secção transversal dos instrumentos.

Guelzow et al.⁴⁶ (2005) compararam em molares inferiores os instrumentos rotatórios de NiTi FleMaster, System GT, HERO 642, K3, ProTaper e Race e uma técnica manual com alargador de aço inoxidável. O instrumento Protaper resultou no diâmetro mais regular do canal. Versani et al.¹³⁵ (2008) verificaram em molares inferiores a percentagem do aumento da área por meio de tomografia computadorizada variou de $76,90 \pm 42,27\%$ para os sistemas ProTaper, Profile e ProSystem GT, sem diferença significativa entre os sistemas ($p>0,05$). Esses resultados são semelhantes aos encontrados no nosso estudo para o sistema ProTaper.

*Indicação do prof.Mário Tanomaru Filho

Discussão

UyaniK et al.¹³² (2006) observaram em tomografias computadorizadas que o sistema ProTaper e RaCe removeram significativamente mais dentina do que o sistema Hero Shaper ($p < 0,05$). Nesse caso o resultado pode estar relacionado à conicidade do instrumento, como ocorreu no nosso estudo onde o ProTaper com maior conicidade aumentou mais a área principalmente no terço cervical. Ainda no estudo de UyaniK et al.¹³² (2006) houve um aumento significativo de volume em todos os cortes, porém sem diferença significativa entre os sistemas.

Kuzekanani et al.⁶⁵ (2009) compararam a ação dos sistemas Mtwo e ProTaper em canais curvos de molares superiores e inferiores. O sistema Mtwo apresentou menos deformações na curvatura dos canais, manteve mais o centro do canal com menos transporte.

Taha et al.¹¹⁹ (2010) observaram o preparo dos canais de pré-molares inferiores com AET (anatomic endodontics Tecnology), EndoWave e instrumentação manual com limas Hedstroem. Concluíram que não houve diferença entre as técnicas em áreas não tocadas pelo instrumento, aumento da área seccional do canal e forma do canal.

Bernardes et al.¹⁵ (2010) usaram os sistemas ProTaper e EndoSequence no preparo de canais mesiais de molares inferiores e avaliaram o aumento da área do canal por tomografias computadorizadas. Os resultados mostraram um aumento significativo da área nos dois sistemas, com diferença entre eles somente no terço apical, onde o EndoSequence alargou mais. No nosso estudo com ProTaper, Mtwo e K3 o ProTaper alargou mais do que o Mtwo e K3 nos terços cervical, médio e apical. A diferença foi estatisticamente significativa entre ProTaper e K3 e Mtwo e K3

Discussão

A avaliação do aumento do diâmetro méσιο-distal do canal é um dado interessante, que permite observar a ação do instrumento no desgaste das paredes mésial e distal ampliando o diâmetro do canal. A anatomia complexa da raiz méσιο-vestibular do primeiro molar superior, como observou clinicamente von Arx⁶ (2006), com presença de istmos e do 2º canal, pode apresentar um grande achamento véstíbulo-palatino, que somada a concavidade da parede distal da raiz méσιο-vestibular, poderia deixar essa parede muito fina, inclusive com risco de perfuração. O diâmetro do méσιο-distal do canal méσιο-vestibular do molar superior antes do preparo, no nosso estudo, variou de $33,7 \pm 4,4\%$ a $37,4 \pm 8,9\%$ para $41,1 \pm 5,1\%$ a $50,6 \pm 8,9\%$ depois do preparo. Comparada a diferença entre antes e depois do preparo a percentagem variou $5,8 \pm 1,8\%$ no sistema K3 terço médio a $15,9 \pm 5,3\%$ para o sistema ProTaper. Percentualmente o desgaste foi pequeno, mesmo contando com a concavidade na parede distal da raiz méσιο-vestibular. Os instrumentos de NiTi tem três vezes mais elasticidade à flexão e a torção comparado com os instrumentos de aço inoxidável¹⁴⁰. Vários estudos^{1, 41, 49, 57, 65, 86, 93, 117, 118, 134, 135} têm mostrado que a descentralização e transporte do canal radicular durante o preparo é pequena, por conta dessa flexibilidade dos instrumentos rotatórios de NiTi que mantem a forma do original do canal.

Durante o preparo de canais curvos o instrumento tende a ficar reto no canal e desgastar mais na parede interna da curvatura e em direção externa na ponta da raiz^{103, 123}. O aumento da curvatura e do diâmetro do instrumento pode resultar em mais transporte e aberrações no preparo dos canais. Talvez isso explique a percentagem de descentralização maior no sistema ProTaper para palatino comparado aos sistemas Mtwo e K3. Todavia a diferença só foi

Discussão

estatisticamente significativa com o sistema K3. Pasternak-Júnior et al.⁸⁶ (2009) não encontraram diferença na centralização e transporte do canal quando aumentaram o diâmetro do instrumento de 0,30 para 0,50mm no sistema RaCe. Os autores atribuem esses resultados ao desenho da parte ativa do RaCe com alternância das arestas da lâmina de corte do instrumento.

Quando avaliado o transporte do canal houve uma tendência de desvio para as paredes mesial e palatina. Esses resultados coincidem com os de Bergmans et al.¹⁴ (2001) registraram que a 1mm do ápice a direção do transporte no canal méso-vestibular do molar superior foi para parede distal da curvatura interna da raiz. Sonntag et al.¹¹⁷ (2007) encontraram menos percentagem de transporte apical com os sistemas K3 e Mtwo quando comparados ao ProTaper em dentes artificiais de plástico. Essa diferença não se repetiu no mesmo estudo com dentes humanos.

6.2.3 DA ANÁLISE HISTOLÓGICA

Dar uma forma cônica ao canal durante o preparo com estreitamento gradual e contínuo em toda sua extensão, e promover a limpeza e a desinfecção são requisitos indispensáveis para se obter sucesso no tratamento endodôntico. As irregularidades encontradas no canal podem significar áreas que o instrumento não tocou ou provocou imperfeições pela ação de alargamento irregular do instrumento. Essas áreas de irregularidades podem conter resíduos de material inorgânico e orgânico, que são substratos para os microrganismos, dificultando ou impedindo a desinfecção do canal. Além disso, quanto mais regular as paredes de dentina do canal maior será a interface cimento obturador/canal/cone de guta-percha e melhor será o selamento do canal.

Discussão

As percentagens de irregularidades das paredes de dentina do canal depois do preparo com os sistemas rotatórios de NiTi encontradas no nosso estudo variaram de $24,3\% \pm 4,5\%$ para o sistema ProTaper a $36,7\% \pm 11,3\%$ para o sistema K3, ambas no terço apical do canal. Quando comparado os sistemas e os terços do canal, houve diferença significativa entre os sistemas ProTaper e K3 nos terços cervical e apical, e Mtwo e K3 no terço apical. Leonardi (2008)⁶⁶ encontrou média 15% de paredes irregulares no terço médio do canal e 20% no terço apical de canais méso-vestibulares de molares superiores, na análise histológica com o sistema RaCe. Esses resultados estão próximos aos encontrados no nosso estudo. Variações nas irregularidades das paredes do canal podem ser imputadas a conicidade do instrumento, o formato da secção transversal do instrumento, tempo de atuação do instrumento, força e movimento aplicados ao instrumento.

Peters et al.⁹² (2003), Paqué et al.⁸⁴ (2005) ressaltam que o instrumento rotatório de NiTi pode deixar de 30 a 35% da área do canal intocada, comprometendo a qualidade do preparo e remoção de debris do canal. Aguiar et al.¹ (2009) examinaram em lupa estereoscópica canais de molares inferiores preparados com os instrumentos ProTaper e Nitiflex. Concluíram que ambos os instrumentos falharam em instrumentar todas as paredes do canal radicular.

Reynolds et al.¹⁰⁰ (1987) verificaram que a técnica step-back aumentou mais a área do canal, exibiu paredes mais regulares e menos quantidade de resíduos quando comparada as técnicas sônicas e ultra-sônicas. Barbizam et al.¹² (2002) também encontrou paredes mais lisas com a técnica crown-down manual do que rotatória usando o sistema Profile. Os resultados desses autores mostram que quanto maior o alargamento do canal, mais regulares são

Discussão

as paredes. De fato, o alargamento da área do canal no terço apical no nosso estudo foi para o sistema ProTaper de $43,3 \pm 9,2\%$, Mtwo $39,5 \pm 10,9\%$ e K3 $38,9 \pm 12,6\%$. Esses resultados coincidem com a menor percentagem de irregularidades no canal encontradas com ProTaper e maior com K3. Há que se considerar ainda a complexa anatomia dos canais radiculares Walton¹⁴⁰ (1976) relaciona à curvatura do canal radicular a dificuldade em se obter paredes planas, lisas e limpas durante o preparo dos canais radiculares. No nosso estudo em raízes méso-vestibulares de molares as curvaturas entre 20° e 40° graus no sentido méso-distal podem ter dificultado a ação dos instrumentos no alargamento e remoção de resíduos orgânicos e inorgânicos.

Kerekes et al.⁵⁸ (1997) examinaram raízes de molares superiores, por meio de cortes histológicos e somente de 1 a 3mm do ápice os canais eram circulares, apropriadas a ação dos instrumentos endodônticos. von Arx⁶ (2005) chama atenção para a presença de istmos e do 2º canal na raiz méso-vestibular do primeiro molar superior. Foschi et al.³⁵ (2004) também citam a presença de fissuras profundas e depressões na parede de dentina, para explicar áreas menos instrumentadas no terço apical do canal com os sistemas ProTaper e Mtwo.

A presença de resíduos nos sistemas ProTaper, Mtwo e K3 foi baixa na luz do canal, se restringindo na maioria dos cortes histológicos, a zonas polares (extremidades) do canal e regiões de istmos. A percentagem variou de $1,1\% \pm 0,8\%$ para o sistema ProTaper terço apical, para $5,2\% \pm 1,9\%$ para o sistema K3 terço cervical. Quando comparado os sistemas com os terços do canal radicular, houve diferença estatisticamente significativa entre ProTaper e Mtwo

Discussão

terço cervical e médio e entre ProTaper e K3 nos terços cervical, médio e apical do canal.

Fariniuk et al.³³ (2003) encontraram em análise histológica preparo mais regular também no terço apical, com os instrumentos de NiTi Profile 0,4, Nitiflex e Pow R. O instrumento Profile foi o mais eficiente deles na limpeza do canal. O uso do hipoclorito de sódio a 1% e a técnica de irrigação/aspiração, com a agulha irrigadora e cânula aspiradora introduzidas até o terço apical do canal, empregadas no nosso estudo, podem ter contribuído para eliminar a presença de resíduos na luz do canal radicular. Todavia, para Usman et al.¹³¹ (2004) o que influe a limpeza do canal no terço apical é o tamanho do instrumento e não o volume, profundidade da cânula irrigadora ou troca de instrumentos. Albrecht et al.³ (2004), Baratto-Filho et al.¹¹ (2009) observaram que a capacidade de limpeza dos instrumentos rotatórios de NiTi é proporcional ao aumento do diâmetro do instrumento. De-Deus, Garcia Filho³⁰ (2009) não encontraram diferença na capacidade de limpeza dos instrumentos rotatórios Hero 642, K3 e ProTaper em cortes histológicos. Nos os três sistemas foram encontrados restos pulpares no canal, porém a forma de preparo foi cônica. Os nossos achados corroboram os desses autores, pois nenhum sistema avaliado limpou completamente o canal.

Sasaki et al.¹⁰⁵ (2006) verificaram que o estado clínico pulpar não interfere na quantidade de *debris* remanescentes no terço apical dos canais radiculares preparados com instrumentos rotatórios de NiTi ProTaper. Em dentes com vitalidade pulpar a média encontrada de debris foi de $6,49 \pm 3,39\%$ e de $5,95 \pm 2,22\%$ para dentes com necrose pulpar. Elmsallati et al. (2006)³¹ registraram a quantidade de resíduos retidos nos instrumentos rotatórios

Discussão

Endowave, K3 e Profile, durante o preparo rotatório. O Endowave reteve mais resíduos entre as espiras, seguido do K3 e Profile. Os autores concluíram que o desenho das espiras da lâmina de corte dos instrumentos influencia na sua capacidade de reter resíduos do canal. Siqueira et al.¹¹⁶ (1997) examinaram em corte histológicos o terço apical dos canais de molares inferiores após o preparo com as técnicas, stepback com limas de aço inoxidável e de NiTi, ultra-sônica, força balanceada e Canal Master. Nenhuma técnica limpou completamente o canal, principalmente quando havia variação da anatomia interna. Leonardi⁶⁶ (2008) também encontrou 9% de resíduos no terço médio do canal e 18% no terço apical com o sistema RaCe.

Ferreira³⁴ (2004), Passarinho-Neto et al.⁸⁵ (2006) somente conseguiram a limpeza completa dos canais radiculares achatados de incisivos inferiores preparados com instrumento rotatório Profile e Profile GT respectivamente, quando associaram irrigação final de hipoclorito de sódio a 1% energizado por ultra-som. Resultados semelhantes foram obtidos por Burleson et al.²⁰ (2007) com a instrumentação manual/rotatória Profile GTe ultra-sônica.

Finalmente podemos dizer que houve um grande avanço na etapa do preparo do canal radicular nos últimos anos com a associação dos instrumentos de NiTi ao preparo mecânico rotatório do canal radicular. Aqueles que se dedicam ao ramo da endodontia têm se beneficiado desses avanços esculpindo os canais radiculares, mas mantendo a sua forma original, promovendo seu alargamento e limpeza adequados visando a obturação tridimensional do canal.

Do exposto no nosso estudo fica claro que o grande desafio continua sendo explorar a complexa anatomia dos canais radiculares, na maioria das

Discussão

vezes achatados, que não refletem a forma cônica dos instrumentos rotatórios de NiTi. A luz dos nossos conhecimentos essas extremidades achatadas muitas vezes com istmos, contém tecido orgânico e inorgânico que não são tocadas pelo instrumento rotatório. O conceito de Martin et al.⁶⁸ da década de 80 que prega a associação do ultra-som na limpeza dos canais radiculares, parece-nos adequado aplicá-lo também no preparo rotatório com instrumentos de NiTi.

Com o uso dos instrumentos de NiTi, com maior flexibilidade, transporte apical do canal e aberrações como degrau e perfuração são raros no preparo do canal radicular com sistemas rotatórios. Os destaques desses instrumentos estão na eficiência de corte, na resistência à fratura, e na capacidade de produzir preparos cônicos dos canais radiculares com paredes planas, lisas e limpas. A grande diferença, contudo continua sendo o talento de quem faz o tratamento endodôntico.

CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Respeitadas as limitações do presente estudo podemos concluir que:

1- A capacidade de corte dos instrumentos na remoção de dentina foi estatisticamente significativa e decrescente entre ProTaper > Mtwo > K3.

2- O aumento da área do canal depois do preparo foi estatisticamente significativa nos sistemas ProTaper, Mtwo e K3. No entanto, houve diferença significativa entre os sistemas ProTaper e K3 e Mtwo e K3 nos terços cervical, médio e apical.

3- A percentagem do aumento no diâmetro do canal no sentido mesio-distal depois do preparo foi estatisticamente significativa nos três sistemas rotatórios. O maior aumento do diâmetro mesio-distal do canal radicular ocorreu com o sistema ProTaper e o menor com K3.

4- O sistema ProTaper desviou do centro do canal no terço apical no sentido palatino, significativamente mais do que o sistema K3. Pequeno transporte do canal radicular ocorreu nos três sistemas rotatórios. Porém só foi significativo entre Mtwo e K3 no terço apical do canal no sentido mesial.

5- Nenhum dos três sistemas rotatórios; ProTaper, Mtwo e K3 deixou as paredes de dentina do canal totalmente regulares e limpas. No entanto, houve diferenças significativas entre eles, e entre os terços cervical e apical na irregularidade das paredes do canal. Na presença de resíduos houve diferenças significativas entre ProTaper, Mtwo e K3 nos terços cervical, médio e apical do canal.

REFERÊNCIAS

8 REFERÊNCIAS *

1. Aguiar CM, Mendes DA, Câmara AC, Figueiredo JAP. Evaluation of the centering ability of the ProTaper universal™ rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex™ files. Aust Endod J. 2009; 35: 174-9.
2. Alapoti SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WAT, Kovarik L, Buie C, ETAL. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for Rotary endodontic instruments. Endod J. 2009; 35: 1589-93.
3. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical *debris* removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. J Endod. 2004; 30: 425-8.
4. Anderson JV, Corcoran JF, Craig RG. Cutting ability of square versus rhombus cross-sectional endodontic files. J Endod. 1985; 11:212-7.
5. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of ortho cubic super high resolution CT(Ortho-CT) Car'98 Coputed Assisted Radiol Surg. 1997; 8: 780-5.
6. Arx T. Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery. Int Endod J. 2005; 38: 160-8.
7. Bahia MGA, Melo MCC, Buono VTL. Influence of simulated clinical use on the torsional behavior of nichel-titanium rotary endodontic instruments. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006; 101:675-80.

*De acordo com o estilo Vancouver. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Referências

8. Bahia MGA, Melo MCC, Buono VTL. Influence of cyclic torsional loading on the fatigue resistance of K3 instruments. *Int Endod J.* 2008; 41: 883-91.
9. Banaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schäfer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-Shaped canal. *J Endod.* 2009; 35: 883-6.
10. Baratto-Filho F, Carvalho JR, Souza-Neto MD, Pécora JD, Cruz-Filho AM. Morphometric analysis of the effectiveness of different concentrations of sodium hypochlorite associated with rotary instrumentation for root canal cleaning. *Braz Dent J.* 2004; 15: 36-40.
11. Baratto-Filho F, Leonardi DP, Zielak JC, Vanni JR, Saya-Maia SMA, Souza-Neto MD. Influence of ProTaper finishing files and sodium hypochlorite on cleaning and shaping mandibular central incisors: a histological analysis. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17: 229-33.
12. Barbizam JVB, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod.* 2002; 28: 365-6.
13. Bartha T, Kalwitzki M, Löst C, Weiger R. Extended apical enlargement with hand files versus rotary NiTi files. Part II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 692-7.
14. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J.* 2001; 34: 390-8.

Referências

15. Bernades RA, Rocha EA, Duarte MAH, Vivan RR, Moraes IG, Bramante AS, ET AL.. Root canal area increase promoted by the endosequence and ProTaper systems: Comparison by computed tomography. *Endod J.* 2010; 36: 1179-81.
16. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endod.* 2003; 29: 15-9.
17. Boessler C, Paque P, Peters OA. The effect of electropolishing on torque and force during simulated root canal preparation with ProTaper shaping files. *J Endod.* 2009; 35: 102-6.
18. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod.* 1987; 13: 243-5.
19. Bui TB, Mitchell JC, Baumgartner. Effect of electropolishing Profile nickel- titanium rotary instruments on cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and cutting efficiency. *J Endod.* 2008; 34: 190-3.
20. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod.* 2007; 33: 782-7.
21. Calhoun G, Montgomery S. The effects off four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod.* 1988; 14: 273-7.
22. Camps JJ, Pertot WJ. Machining efficiency nickel-titanium K-type in a linear motion. *Int Endod J.* 1995; 28: 279-84.

Referências

23. Carvalho Maciel AC, Zaccaro Scelza MF. Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2006; 39: 779-84.
24. Cheung GSP, Darvell BW. Fatigue testing of a NiTi rotary instrument. Part 1: strain-life relationship. *Int Endod J.* 2007; 40: 612-8.
25. Cheung GSP, Darvell BW. Fatigue testing of a NiTi rotary instrument. Part 2: fractographic analysis. *Int Endod J.* 2007; 40: 619-25.
26. Cheung GSP, Darvell BW. Low-cycle fatigue of NiTi rotary instruments of various cross-sectional shapes. *Int Endod J.* 2007; 40: 626-32.
27. Cheung GSP, Bian Z, Shen Y, Peng B, Darvell BW. Comparison of defects in ProTaper hand-operated and engine-driven instruments after clinical use. *Int Endod J.* 2007; 40: 169-78.
28. Chuste-Guillot MP, Badet C, Peli JF, Perez F. Effect of three nickel-titanium rotary file techniques on infected root dentin reduction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 254-8.
29. Coldero LG, McHugh S, Mackenzie D, Saunders WP. Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *Int Endod J.* 2002; 35: 437-46.
30. De-Deus G, Garcia Filho P. Influence of the NiTi rotary system on the debridement quality of the root canal space. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 71-6.
31. Elmsallati EA, Wadachi R, Ebrahim AK, Suda H. *Debris* retention and wear in three different nickel-titanium rotary instruments. *Aust Endod J.* 2006; 32: 107-11.

Referências

32. Er K, Sümer Z, Akpınar KE. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of two engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2005; 38: 871-6.
33. Fariniuk LF, Baratto-Filho F, Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD. Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the ENDOflash system. *J Endod.* 2003; 29: 651-3.
34. Ferreira RB, Alfredo E, Porto de Arruda M, Silva Sousa YT, Sousa-Neto MD. Hystological analysis of the cleaning capacity of nickel-titanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canal. *Aust Endod J.* 2004; 30: 56-8.
35. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, et al.. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2004; 37: 832-9.
36. Gambarini G. Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of new instrumentation and irrigation technique. *J Endod.* 1999; 25: 800-3.
37. Gambill JM, Aldet M, Del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod.* 1996; 22: 336-75.
38. Garala M, Kuttler S, Hardigan P, Steiner-Carmi R, Dorn S. A comparison of the minimum canal wall thickness remaining following preparation using two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J.* 2003; 36: 636-42.
39. Garip Y, Günday M. The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. *Int Endod J.* 2001; 34: 369-75.

Referências

40. Gekelman D, Ramamurthy R, Mirfarsi S, Paqué F, Peters OA. Rotary nickel-titanium GT and ProTaper files for root canal shaping by novice operators: a radiographic and micro-computed tomography evaluation. *J Endod.* 2009; 35: 1584-8.
41. Gergi R, Rjeily JA, Saber J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-Files by using computed tomography. *Endod J.* 2010; 36: 904-7.
42. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canal shaped by novice operators. *Int Endod J.* 2001; 34: 476-84.
43. González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM, A comparison of Profile, Hero 642 and K3 instrumentation systems in teeth using digital imaging analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 97: 112-5.
44. Gordon MPJ, Love RM, Chandler NP. An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *Int Endod J.* 2005; 38: 87-96.
45. Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Micro-computerized tomographic analysis of radicular and canal morphology of premolars with long oval canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106: 70-6.

Referências

46. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J.* 2005; 38: 743-52.
47. Guillot MPC, Badet C, Peli JF, Perez F. Effect of nickel-titanium rotary file techniques on infected root dentin reduction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 254-8.
48. Haïkel Y, Serfaly R, Lwin T-TC, Allermann C. Measurement of the cutting efficiency of endodontic instruments: A new concept. *J Endod.* 1996; 22: 651-6.
49. Hartmann MSM, Barletta FB, Fontanella VRC, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod.* 2007; 33: 962-5.
50. Hashimoto K, Arai Y, Iwai K, Araki M, Kawashima S, Terakado M. A comparison of new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 95: 371-7.
51. Hübscher W, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with FlexMaster: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J.* 2003; 36: 883-90.
52. Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J.* 2004; 37: 468-76.
53. Hülsmann M, Gressmann G, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and Hero 642 rotary NiTi instruments. *Int Endod J.* 2003; 36: 358-66.

Referências

54. Inan U, Aydin C, Tunca YM. Cyclic fatigue of ProTaper rotary nickel-titanium instruments in artificial canals with 2 different raddi of curvature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104:873-40.
55. 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: 359-64.
56. Jodway B, Hülsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary NiTi instruments. *Int Endod J.* 2006; 39: 71-80.
57. Karabucak B, Gatan AJ, Hsiao C, Iqbal MK. A comparison of apical transportation and length control between EndoSequence and Guidance rotary instruments. *J Endod.* 2010; 36: 123-5.
58. Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endod.* 1977; 3: 114-8.
59. Kim HC, Kim HJ, Lee CJ, Kim BM, Park JK, Versluis A. Mechanical response of nickel-titanium instruments with different cross-sectional designs during shaping of simulated curved canals. *Int Endod J.* 2009; 42: 593-602.
60. Kobayashi C, Yoshioka T, Suda H. A new engine-driven canal preparation system with electronic canal measuring capably. *J Endod.* 1997; 23: 751-4.
61. Ktir A, Rosenberg E, Fuss Z. Comparison in vivo of the first tapered and nontapered instruments that bind at apical constriction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 395-8.

Referências

62. Kum KY, Kazemi RB, Cha BY, Zhu Q. Smear layer production of K3 and ProFile NiTi rotary instruments in curved root canals: a comparative SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101: 536-41.
63. Kummer TR, Calvo MC, Cordeiro MMR, Vieira RS, Rocha MJC. Ex vivo of manual Rotary instrumentation techniques in human primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105: 84-92.
64. Kustarci A, Akpınar KE, Er K. Apical extrusion of intracanal *debris* and irrigant following use of various instrumentation techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105: 257-62.
65. Kuzekanani M, Walsh LJ, Yousefi, MA. Cleaning and shaping curved root canals: Mtwo vs ProTaper instrument a lab comparison. *Indian J Dent Res* 2009; 20: 268-70
66. Leonardi DP. Avaliação de três métodos de estudo empregados para a análise do preparo do canal radicular [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2008.
67. Madureira RG, Navarro LF, Llana MC, Costa M. Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: 136-44.
68. Martin H, Cunningham W, Norris J. A quantitative comparison of the ability of diamond and K-type files to remove dentin. *Oral Surg.* 1980; 50: 566-8.
69. Martin B, Zelada G, Varel P, Bahillo JG, Magán F, Ahn S, Rodriguez C. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2003; 36: 262-6.

Referências

70. Martin H, Cunningham W, Norris J, Cotton W. Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surg.* 1980; 49: 79-81.
71. Michetti J, Maret D, Mallet J-P, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod.* 2010; 36: 1187-90.
72. Mikrogeorgis G, Molyvdas I, Lyroudia K, Nikolaidis N, Pitas I. A new methodology for the comparative study of the root canal instrumentation techniques based on digital radiographic image processing and analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101:125-31.
73. Miserendino LJ, Moser JB, Heuer MA, Osetek EM. Cutting efficiency of endodontic instruments. Part II: analysis of tip design. *J Endod.* 1986; 12: 8-12.
74. Miserendino LJ, Brantley WA, Walia HD, Gerstein H. Cutting efficiency of endodontic hand instruments. Part 4. Comparison of hybrid and traditional instruments designs. *J Endod.* 1988; 14: 451-4.
75. Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2009; 42: 1057-64.
76. Moraes SH, Batista A, Aragão EM, Heck AR. Deformación apical de conductos curvos, con diferentes tipos de limas, diámetros y números de usos. *Endodoncia.* 1991; 9: 36-40.
77. Neal RG, Craig RG, Powers JM. Cutting ability of K type endodontic files. *J Endod.* 1983; 9: 52-7.

Referências

78. Necchi S, Taschieri S, Petrini L, Migliavacca F. Mechanical behaviour of nickel-titanium rotary endodontic instruments in simulated clinical conditions: a computational study. *Int Endod J.* 2008; 41: 939-49.
79. Newman JG, Brantley WA, Gerstein H. A study of the cutting efficiency of seven brands of endodontic files in linear motion. *J Endod.* 1983; 9: 316-22.
80. Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DT, Lancaster JL. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod.* 1995; 21: 561-8.
81. Oliet S, Sorin SM. Cutting efficiency of endodontic reamers. *Oral Surg.* 1973;36: 243-52
82. Oyarzun A, Cordero A, Whittle M. Immunohistochemical evaluation of effects of sodium hypochlorite on dentin collagen and glycosaminoglicans, *J Endod.* 2002; 28: 151-6.
83. Paqué F, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2005; 38: 456-64.
84. Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. *Int Endod J.* 2005; 38: 8-16.
85. Passarinho-Neto JG, Marchesan MA, Ferreira RB, Silva RG, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. In vitro evaluation of endodontic *debris* removal as obtained by rotary instrumentantation coupled with ultrasonic irrigation. *Aust endod J.* 2006; 32: 123-8.

Referências

86. Pasternak-Júnior B, Sousa-Neto MD, Silva RG. Canal transportation and centring ability of RaCe Rotary canal instruments. *Int Endod J.* 2009; 42: 499-506.
87. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009; 42: 463-75.
88. Patel S, Dawood A, Pitt Ford T, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J.* 2007; 40: 818-30.
89. Pecora JD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Spanó JCE, Estrela C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *Int Endod J.* 2005; 38: 430-5.
90. Peters OA, Barbakow F. Dynamic torque and apical forces of ProFile .04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int Endod J.* 2002; 379-89.
91. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001; 34: 221-30.
92. 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.
93. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J.* 2003; 36: 93-9.

Referências

94. Plotino G, Grande NM, Sorci E, Malagnino VA, Somma F. A comparison of cyclic between used and new Mtwo Ni-Ti rotatory instruments. *Int Endod J.* 2006; 39: 716-23.
95. Plotino G, Grande NM, Sorci E, Malagnino VA, Somma F. Influence of a brushing working motion on the fatigue life of NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2007; 40: 45-51.
96. Plotino G, Grande NM, Cardaro M, Testarelli L, Gambarini G. Measurement of the trajectory of different NiTi rotary instruments in an artificial canal specifically designed for cyclic fatigue tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 151-6.
97. Plotino G, Grande NM, Falanga A, Di Giuseppe IL, Lamorgese V, Somma F. Dentine removal in the coronal portion of root canals following two preparation techniques. *Int Endod J.* 2007; 40: 852-8.
98. Plotino G, Grande NM, Mazza C, Petrovic R, Testarelli L, Gambarini G. Influence of size and taper of artificial canals on the trajectory of NiTi Rotary instruments in cyclic fatigue studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: 60-6.
99. Pruet JP, Clement Dj, Carnes DL. Cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic instruments, *J Endod.* 1997; 23: 77-85.
100. Reynolds MA, Madison S, Walton RE, Keith KV, Rittman BRJ. An in vitro histological comparison of the step-back, sonic and ultrasonic instrumentation techniques in small, curved root canal. *J Endod.* 1987; 13: 307-14.

Referências

101. Rhodes JS, Ford TR, Lynch PJ, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J.* 1999; 32: 165-70.
102. Rhodes JS, Pitt Ford TR, Lynch PJ, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputer tomography. *Int Endod J.* 2000; 33: 279-85.
103. Rödiger T, Hülsmann M, Kahlmeier. Comparison of root canal preparation with two rotary NiTi instruments: ProFile .04 and GT rotary. *Int Endod J.* 2007; 40: 553-62.
104. Rüttermann S, Virtej A, Janda R, Raab WHM. Preparation of the coronal and middle third of oval root canals with a rotary or an oscillating system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104: 852-6.
105. Sasaki EW, Versiani MA, Perez DEC, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC, Silva RG. Ex vivo analysis the *debris* remaining in flattened root canals of vital nonvital teeth after biomechanical preparation with NiTi rotary instruments. *Braz Dent J.* 2006; 17: 233-6.
106. Schäfer E. Relationship between design features of endodontic instruments and their properties. Part I: Cutting efficiency. *J Endod.* 1999; 25: 52-5.
107. 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.
108. Schäfer E, Lau R. Comparison of cutting efficiency and instrumentation of curved canals with nickel-titanium and stainless-steel instruments. *J Endod.* 1999; 25: 427-30.

Referências

109. Schäfer E, Oitzinger M. Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2008; 34: 198-200.
110. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part I Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2004; 37: 229-38.
111. Schneider SW, A comparison of canal preparation in straight and curved root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971; 32: 271-5.
112. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I Etiological factors. *J Endod.* 1985; 11: 472-8.
113. Shen Y, Haapasalo M. Three-dimensional analysis of cutting behavior of nickel-titanium rotary instruments by microcomputed tomography. *J Endod.* 2008; 34: 606-10.
114. Silva FM, Kobayashi C, Suda H. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using RaCe Rotary instruments and ProFiles. *Int Endod J.* 2005; 38: 17-21.
115. Silveira LFM, Martos J, Pintado LS, Teixeira RA, Cesar-Neto JB. Early flaring and crown-down shaping influences the first file binds to the canal apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106: 99-101.
116. Siqueira-Jr JF, Araújo MCP, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJS. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997; 23: 499-502.
117. Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust Endod J.* 2007; 33: 73-81.

Referências

118. Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *Endod J.* 1987; 13: 479-89.
119. Taha NA, Ozawa T, Messer HH. Comparison of three techniques for preparing oval-shaped root canals. *Endod J.* 2010; 36: 532-5.
120. Tachibana H; Matsumoto K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Endod. Dent Traumatol.* 1990; 6: 16-20.
121. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayir G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded *debris* using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101: 250-7.
122. Tasdemir T, Aydemir H, Inan U, Ünal O. Canal preparation with Hero 642 rotary NiTi instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J.* 2005; 38: 402-8.
123. Tepel J, Schäfer E. Endodontic hand instruments: cutting efficiency, instrumentation of curved canals, bending and torsional properties. *Endod Dent Traumatol.* 1997; 13: 201-10.
124. Tepel J, Schäfer E, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part I. Cutting efficiency. *J Endod.* 1995; 21: 118-21.
125. Tepel J, Schäfer E, Hoppe W. Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canal. *Int Endod J.* 1995; 28: 68-76.

Referências

126. Topuz O, Aydin C, Uzun O, Inan U, Alacam T, Tunca YM. Structural effects of sodium hypochlorite solution on RaCe rotary Nickel-titanium instruments; an atomic force microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105: 661-5.
127. Tripi TR, Banaccorso A, Condorelli GG. Cyclic fatigue of different nickel-titanium endodontic rotary instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 106-14.
128. Troian CH, Só MVR, Figueiredo JAP, Oliveira EPM. Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of use. *Int Endod J.* 2006; 39: 616-25.
129. Tsesis I, Ambor B, Tamse A, Kfir A. The effect of maintaining apical patency on canal transportation. *Int Endod J.* 2008; 41: 431-5.
130. Ünal GÇ, Maden M, Savgat A, Orham EO. Comparative investigation of 2 rotary nickel-titanium instruments: proteper universal versus ProTaper. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107: 886-92.
131. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod.* 2004; 30: 110-2.
132. Uyanik MO, Cebreli ZC, Mocan BO, Dagli FT. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod.* 2006; 32: 668-71.
133. Vaudt J, Bitter K, Neumann, Kielbassa AM. Ex vivo study canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems comparison to stainless steel hand instruments. *Int Endod J.* 2009; 42: 22-3.

Referências

134. Veltri M, Mollo A, Pini PP, Ghelli LF, Baileri P. In vitro comparison of shaping abilities of ProTaper and GT rotary files. *J Endod.* 2004;30: 163-6
135. Versiani MA, Pascon EA, Sousa CJA, Borges MAG, Sousa-Neto MD. Influence of shaft design on the shaping ability of 3 nickel-titanium rotary systems by means of spiral computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105: 807-13.
136. Versluis A, Messer HH, Pintado MR. Changes in compaction stress distributions in roots resulting from canal preparation. *Int Endod J.* 2006; 36: 931-9.
137. Vieira EP, Nakagawa RKL, Buono VTL, Bahia MGA. Torsional behaviour of rotary NiTi ProTaper universal instruments after multiple clinical use. *Int Endod J.* 2009; 42: 947-53.
138. Vieira EP, França EC, Martins RC, Buono VTL, Bahia MGA. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2008; 41: 163-72.
139. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod.* 1988; 14: 346-51.
140. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod.* 1976; 2: 304-11.
141. Webber J, Moser JB, Heuer MA. A method to determine the cutting efficiency of root canal instruments in linear motion. *J Endod.* 1980; 6: 829-34.

Referências

142. Weiger R, Bartha T, Kalwitzki M, Löst C. A clinical method to determine the optical preparation size. Part I. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006; 102: 686-91.
143. Weiger R, Bartha T, Kalwitzki M, Löst C. Extended apical enlargement with hand files versus rotary NiTi files. Part II. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006; 102: 692-7.
144. Weiger R, Brückner M, ElAyouti A, Löst C. Preparation of curved root canal with rotary FlexMaster instruments compared to Lightspeed instruments and NiTi hand files. Int Endod J. 2003; 36: 483-90.
145. Wolle CFB, Vasconcellos MAZ, Hinrichs R, Becker AN, Borletta FB. The effect of argon and nitrogen ion implantation on nickel-titanium rotary instruments. J Endod. 2009; 35: 1558-62.
146. Wu MK, Roris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long canals in the apical third. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2000; 89: 739-43.
147. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the root canal in the apical region? Int Endod J. 2002; 35: 264-7.
148. Yang GB, Zhou XD, Zheng YL, Zhang H, Shu Y, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. Int Endod J. 2007; 40: 707-14.
149. Yared G, Kulkarni GK, Ghossayn F. An in vitro study of the torsional properties of new and used K3 instruments. Int Endod J. 2003; 36: 764-9.
150. Yared G, Kulkarni GK. Accuracy of the DTC torque control motor for nickel-titanium rotary instruments. Int Endod J. 2004; 37: 399-402.

Referências

151. Yared GM, Bou Dagner FE, Machtou P. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency of ProFile failures. *Int Endod J.* 2001; 34: 47-53.
152. Yared GM, Bou Dagner FE, Machtou P. Failure of ProFile instruments used with high and low torque motors. *Int Endod J.* 2001; 34: 471-5.
153. Yguel-Henry S, Stebut JV. Cutting efficiency loss of root canal instruments due to bulk deformation, surface damage and wear. *J Endod.* 1994; 20: 367-72.
154. Yguel-Henry S, Vannesson H, Stebut JV. High precision simulated cutting efficiency measurement of endodontic root canal instruments: influence of file configuration and lubrication. *J Endod.* 1990; 16: 418-22.
155. Zandbiglari T, Davids H, Schäfer E. Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101: 126-31.
156. Zarrabi MH, Javidi M, Vatanpour M, Esmaeili. The influence of torque and manual glide path on the defect or separation rate of Niti rotary instruments in root canal therapy. *Indian J Dent Res.* 2010; 21: 107-11.
157. Zinelis S, Darabara M, Takase T, Ogane K, Papadimitriou GD. The effect of thermal treatment on the resistance of nickel-titanium rotary files in cyclic fatigue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103: 843-7.

ANEXO

Anexo



Anexo 1- Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.

Autorizo a reprodução deste trabalho.

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 27 de setembro de 2010

SERGIO HERRERO MORAES