**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

RAFAEL REZENDE RIBEIRO

Avaliação das alterações morfológicas em canais radiculares curvos, promovidas pela instrumentação recíproca, associada à instrumentação rotatória. Análise por microtomografia.

Versão Corrigida

**Ribeirão Preto
2014**

RAFAEL REZENDE RIBEIRO

Avaliação das alterações morfológicas em canais radiculares curvos, promovidas pela instrumentação recíproca, associada à instrumentação rotatória. Análise por microtomografia.

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do grau de Mestre em Ciências – Programa: Odontologia Restauradora – Área de concentração: Odontologia Restauradora (opção: Endodontia).

Orientador: Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora.

Ribeirão Preto

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Assinatura do autor: _____ Data: ____/____/2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Ribeiro, Rafael.

Avaliação das alterações morfológicas em canais radiculares curvos, promovidas pela instrumentação reciprocante, associada à instrumentação rotatória. Análise por microtomografia. Ribeirão Preto, 2014.

128p.: il.; 30cm

Versão corrigida da dissertação. A versão original se encontra disponível na Unidade que aloja o Programa.

Dissertação de mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora - Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora

FOLHA DE APROVAÇÃO

RIBEIRO, R. R. Avaliação das alterações morfológicas em canais radiculares curvos, promovidas pela instrumentação recíprocante, associada à instrumentação rotatória. Análise por microtomografia.

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
grau de Mestre em Ciências.

Programa: Odontologia Restauradora

Área de concentração: Odontologia Restauradora
(Opção: Endodontia)

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora (Orientador)

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

Aos meus pais, **Tulio Ribeiro Neto** e **Maria do Carmo C. R. Ribeiro**, meus grandes exemplos, por todo amor, carinho, dedicação, apoio, incentivo e aprendizado que me deram. Que independente de tudo, e de qualquer circunstancia estiveram prontos e ao meu lado. Vocês são amores incondicionais e responsáveis direto de tudo que sou hoje. Se hoje alcancei mais um ideal, devo a vocês esta vitória.

À minha namorada, **Karine Alves Azambuja**, que com todo carinho, paciência, amor e muita compreensão esteve ao meu lado me apoiando e me estimulando a seguir em frente. Obrigado por compreender minha ausência e pelo respeito a minha vida profissional.

Agradecimentos

Ao **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**, grande mestre e mentor, pelo constante incentivo a busca de conhecimento, pelos ensinamentos que foram essenciais para minha formação clínica e científica. Pessoa única, grande conhecedora da ciência e da vida. Serei eternamente grato aos ensinamentos transmitidos.

Ao **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, professor dedicado com compromisso de máxima qualidade em todos os aspectos, por todo conhecimento compartilhado, pela orientação e paciência, foi fundamental para minha formação.

Ao **Prof. Dr. Antônio Miranda Cruz Filho**, professor, que com toda calma e sabedoria, sempre foi um grande colaborador em momentos de dificuldade. Obrigada por todo conhecimento transmitido e pela amizade construída.

Ao **Dr. Marco Aurélio Versiani**, pesquisador e profissional de conhecimento formidável, obrigado pela colaboração, paciência e conhecimento a mim transmitido. Sua participação foi fundamental para concretização deste trabalho.

Aos amigos da Pós-Graduação, **Emanuele Boschetti, Amanda Biagi, Ivan Lobo Gava, Fernanda Plategher, Graziela Leoni, Luis Eduardo Flamini, Ricardo Machado, Keila Franceschini, Vanessa Lessa, Breno Nantes, Thiago Nascimento e Jardel Chaves**, por todos os ensinamentos, experiências e risadas compartilhadas.

Ao **Reginaldo Santana da Silva**, pela amizade, alegria, brincadeiras, pela ajuda e colaboração presente em todos os momentos.

Ao funcionário e amigo, **Carlos Feitosa dos Santos**, por toda dedicação e eficácia, foi fundamental em toda minha formação.

Aos **familiares e amigos**, que sempre me ajudaram e apoiaram, ajudando a vencer mais essa etapa da minha vida.

À minha amiga, **Karen Baio**, que esteve sempre disposta a me ajudar, auxiliando em meus planejamentos.

À **CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**, pela colaboração financeira.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**, que me acolheu durante esta etapa e pode me proporcionar esplendido conhecimento e a oportunidade de crescimento profissional.

Resumo

RESUMO

RIBEIRO, R. R. **Avaliação das alterações morfológicas em canais radiculares curvos, promovidas pela instrumentação recíprocante, associada à instrumentação rotatória. Análise por microtomografia.** 2014. 128p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

O objetivo do trabalho foi avaliar as alterações morfológicas bi, tridimensionais, e o transporte em canais mesiais de molares inferiores com curvatura acentuada. Selecionou-se molares inferiores com dois canais e forames independentes, livres de nódulos pulpares, reabsorção interna, tratamento endodôntico prévio, fratura radicular e dentro do padrão de raio e ângulo de curvatura, avaliados pelos exames radiográficos, tomográficos *cone beam* e microtomográficos. Partiu-se de 393 dentes para selecionar 15 dentro deste padrão morfológico. Esses dentes foram submetidos à microtomografia antes da instrumentação, após o preparo com instrumento Reciproc® R25 e após o preparo por cada lima dos sistemas de complementação (Mtwo e K3). Os dados morfométricos foram analisados pelo programa CTAn e as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SPSS onde observou-se os seguintes resultados: a análise morfométrica bidimensional mostrou que a área e o perímetro apresentaram aumento gradual a cada milímetro avaliado, partindo do primeiro milímetro apical; houve também aumento gradual de área e de perímetro a cada troca de instrumento de acordo com o que se realizou o preparo biomecânico dentro dos conjuntos de grupos; houve diferença estatisticamente significativa de área e de perímetro dos canais radiculares apenas após o preparo com os instrumentos #40 *taper* 04 e *taper* 02 ($P < 0,05$). Em relação à distância do ápice, houve diferença estatística de área entre todos os milímetros avaliados ($P < 0,05$). Em relação ao perímetro, não houve diferença entre os milímetros 1 e 2; e, 4 e 5 ($P > 0,05$), entretanto com diferença entre o terceiro milímetro e os demais ($P < 0,05$). As análises morfológicas tridimensionais de volume, área de superfície e SMI (Índice de Modelo Estrutural) do canal radicular, tiveram comportamento semelhante entre os grupos. Os espécimes submetidos à complementação, com instrumentos *taper* 04 e *taper* 02, não apresentaram diferença estatística após os preparos ($P > 0,05$), com diferença entre os canais preparados com a R25 e os canais originais ($P < 0,05$). Quando comparados os conjuntos de grupos, nenhum grupo análogo apresentou diferença estatística ($P > 0,05$). Foi analisado o transporte por terços (cervical, médio e apical) e por todo o canal, não sendo detectada diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) entre os terços, nem do canal todo entre a complementação pelos instrumentos *taper* 04 (Mtwo) e *taper* 02 (K3).

Abstract

ABSTRACT

RIBEIRO, R. R. **Morphological changes in curved root canals promoted by the reciprocating instrumentation combined with rotary instrumentation. Analysis by microtomography.** 2014. 128p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

The purpose of this study was to evaluate the two- and three-dimensional morphological changes, and the transportation that occurs in the mesial canals of mandibular molars with severe curvature. Molars were selected with two independent canals and foramina, no pulpal nodules, internal resorptions, previous endodontic treatment or root fracture and within the standard radius and angle of curvature evaluated by radiographs, cone-beam tomography and microtomography. From the 393 teeth initially selected, 15 fulfilled the selected parameters. The teeth were subjected to microtomography before instrumentation, after instrumentation with Reciproc® R25 and after preparation with each file of the complementary systems (MTwo and K3). The morphometric data were analyzed by CTAn software and the statistical analysis was performed using the SPSS software where the following results were observed. The two-dimensional morphometric analysis showed that the area and the perimeter presented a gradual increase for every evaluated millimeter, starting from the first apical millimeter. There was also a gradual increase in area and perimeter with each change of instrument according to the biomechanical within the sets of groups. There was a statistically significant difference in area and perimeter of root canals after the preparation with the instruments #40 taper 04 and taper 02 ($P < 0.05$). Regarding the distance from the apex area, there was statistically difference among all evaluated millimeters ($P < 0.05$). Regarding the perimeter, there was no difference between 1 and 2 mm, and 4 or 5 ($P > 0.05$), however with a difference between the third millimeter and the others ($P < 0.05$). The three-dimensional morphological analyses of volume, surface area and root canal SMI (Structural Model Index) of the root canal showed a similar behavior among the groups. The specimens subjected to complementation to the instrumentation with instruments of tapers 04 and 02 showed no statistically significant difference after preparation ($P > 0.05$), with significant difference between the original and prepared canals ($P < 0.05$). When comparing the sets of groups, no analogue group presented a statistically significant difference ($P > 0.05$). Transport was analyzed by thirds (cervical, middle and apical) and throughout the canal there, without statistically difference ($P > 0.05$) among the thirds or between groups with complementation with taper 04 (MTwo) and taper 02 (K3) instruments.

Sumário

SUMÁRIO

Introdução.....	1
Proposição.....	13
Material e método.....	17
Resultados.....	49
Discussão.....	75
Conclusões.....	87
Referências Bibliográficas.....	91
Anexos.....	109
Apêndices.....	115

Introdução

O sucesso do tratamento endodôntico requer adequada limpeza, modelagem e obturação dos sistemas de canais radiculares (VERSIANI; PÉCORA; SOUSA-NETO, 2011 a). A limpeza e a modelagem são obtidas no preparo biomecânico através da associação mecânica dos instrumentos endodônticos e a ação química e física das soluções irrigantes, que objetivam a eliminação de microrganismos, de tecidos pulpare e restos necróticos dos canais radiculares (SCHILDER, 1974; ESTRELA et al, 2008).

Há décadas, os instrumentos são fabricados em aço inoxidável (THOMPSON, 2000; MORTMAN, 2011), que, frente à complexidade dos sistemas de canais e algumas condições anatômicas, como curvaturas acentuadas, canais atrésicos e ovais (WEIGER, ELAYOUTI, LÖST, 2002; VERSIANI; PÉCORA; SOUSA-NETO, 2011 a), podem gerar, durante o preparo biomecânico, acidentes como degrau, *zip*, transporte apical, fratura do instrumento, perfurações e, conseqüentemente, comprometer o sucesso da terapia, em função da falta de flexibilidade desta liga metálica (ELDEEB, 1985; PANITVISAI et al 2010; DE ALENCAR et al, 2010).

Ao longo dos anos, no intuito de minimizar acidentes decorrentes dos preparos, várias propostas, com diferentes técnicas de instrumentação e instrumentos com diferentes conformações e composições, vêm surgindo no sentido de facilitar o preparo de canais curvos (CLEM, 1969; MORGAN, MONTGOMERY 1984; SABALA, ROANE, SOUTHARD, 1988; BÜRKLEIN et al, 2012). Diversas técnicas foram propostas por autores como o uso de instrumentos pré-curvados (INGLE, 1961; WEINE, 1970), técnicas de escalonamento com recuo regressivo (CLEM, 1969); pré-alargamento com instrumentos rotatórios (MULLANEY, 1979; ABOU-RASS, JASTRAB, 1982; TORABINEJAD, 1994); desgaste anticurvatura

(ABOU-RASS, 1980); preparo no sentido coroa-ápice (MARSHALL, PAPPIN, 1980; MORGAN, MONTGOMERY, 1984); técnica de forças balanceadas, (ROANE, SABALA, DUNCANSON, 1985; CALHOUN, MONTGOMERY, 1988); movimentos oscilatórios, (DE-DEUS, 1992); movimentação contínua de rotação (PÉCORA et al, 2006) e, mais recentemente, os movimentos recíprocos (YARED, 2008).

CIVJAN et al (1975) propuseram, pela primeira vez, o uso da liga de níquel-titânio, chamada de “Nitinol” (*Nickel Titanium Naval Ordnance Laboratory*), para a confecção de instrumentos odontológicos. Esta liga havia sido desenvolvida, no início da década de 60, para aplicação em peças e instrumentos destinados ao programa espacial norte-americano, devido às propriedades anti-magnéticas e resistência à corrosão. Com o uso desta liga em materiais odontológicos, os autores puderam descrever, como características, o baixo módulo de elasticidade, a alta resiliência, a memória elástica, acentuada flexibilidade e a resistência à deformação.

Em 1988, WALIA et al. propuseram a fabricação de um protótipo de uma lima endodôntica #15, confeccionada com um fio ortodôntico de níquel-titânio. Ao compararem, mecanicamente, este instrumento com um instrumento fabricado com a liga de aço inoxidável convencional, observaram que o instrumento de NiTi apresentava maior resistência torsional, maior flexibilidade e maior resistência à fratura. Concluíram, portanto, que os instrumentos de NiTi possuíam superflexibilidade e memória elástica, indicadas para tratamento de canais curvos.

Em 1990, iniciou-se a produção dos instrumentos de NiTi, em escala comercial, sendo o primeiro representante o sistema Profile® (Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA).

Em 1993, MCSPADDEN apresentou um sistema rotatório, composto por motor (NT Matic), que utilizava instrumentos de níquel-titânio e descreveu como

vantagens destes, a economia de tempo, a ausência de desvios, a eliminação de detritos pela via coronária e redução de estresse do operador e do paciente.

Autores como SERENE, ADAMS, SAXENA (1995) e KAZEMI, STENMAN, SPÅNGBERG (1996), também estudaram o uso dos instrumentos rotatórios de Niti, e observaram que eles apresentavam capacidade de corte superior aos dos instrumentos de aço inoxidável e maior facilidade no preparo de canais curvos, minimizando a ocorrência de incidentes, como deslocamento apical e alteração na forma original dos mesmos.

A evolução na confecção de instrumentos e nas técnicas de preparo biomecânico proporcionou aos pesquisadores realizar reflexões importantes sobre a conicidade dos instrumentos endodônticos durante o preparo.

BUCHANAN (1994) apresentou o uso de instrumentos endodônticos com variação de conicidades de 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 e 0.12 mm/mm, diferente do convencional utilizado que, até então, era 0.02 mm/mm. Com o conceito de preparo biomecânico coroa-ápice, observou-se que maiores conicidades permitiam maior desgaste de dentina junto à região cervical do canal, devido ao maior contato do instrumento nessa região. Tal fato favorecia o avanço dos instrumentos, minimizando a possibilidade de fratura, pois evitaria o atrito do instrumento em toda extensão das paredes do canal radicular (LOPES, ESTRELA, 1998).

A obtenção dos objetivos básicos da biomecânica, por meio de técnicas de instrumentação que ofereça segurança e confiabilidade durante o uso dos instrumentos rotatórios, principalmente em canais curvos, direcionou a pesquisa nesse sentido. Assim, PÉCORA et al. (2006) propuseram uma técnica de instrumentação chamada “Free tip preparation”, utilizando instrumentos de NiTi, que

preconizava o uso da ponta livre dos instrumentos, diminuindo significativamente o risco de travamento e consequente fratura da lima.

Ao longo dos anos, novos sistemas e instrumentos de níquel-titânio foram desenvolvidos com a finalidade de melhorar o preparo biomecânico dos canais radiculares. Os instrumentos foram elaborados com diferentes *designs*, conformações da ponta ativa, ângulos de inclinação, conformações das hastes cortantes, variação de conicidade e instrumentos que atuam com intensidades distintas, em cada porção do canal radicular (LIM et al, 2013).

Dentro do arsenal de instrumentos rotatórios de NiTi, pode-se citar alguns sistemas disponíveis no mercado, atualmente, como ProTaper® (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), RACE® (FKG Dentaire, Suíça), HERO® (MicroMega, Besançon, França), ProFile® (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), Twisted file® (SybronEndo, Orange, CA, EUA), Endosequence® (Brasseler, Savannah, GA, EUA), Quantec® (SybronEndo, Orange, CA, USA), K3® (SybronEndo, Orange, CA, EUA) e Mtwo® (VDW GmbH, Munique, Alemanha).

Os instrumentos K3®, também denominados instrumentos da terceira geração, são fabricados por usinagem, apresentados com conicidade entre 0.02 e 0.06 mm/mm, nos comprimentos de 21, 25 e 31 milímetros e parte ativa de 16 mm de comprimento. Os instrumentos possuem três lâminas, de corte com ângulos positivos (entre 40 e 45°), ângulo helicoidal variável, banda radial ampla, com e sem relevo, e diâmetro variável na zona de corte. O sistema possui também alargadores cervicais, com conicidade entre 0.08 a 0.12 mm/mm (SCHÄFER, FLOREK, 2003).

Os instrumentos do sistema Mtwo® também são fabricados por meio de usinagem de um fio metálico de NiTi, oferecidos, comercialmente, nas conicidades de 0.04, 0.05, 0.06 e 0.07 mm/mm, nos comprimentos úteis de 21, 25 e 31 mm e

parte ativa com 16 ou 21 mm. Possuem forma da secção transversal em "S itálico", na qual a ponta do instrumento apresenta a figura de um cone circular, de extremidade arredondada, não cortante, com duas arestas laterais de corte e dois canais helicoidais. Os ângulos das arestas helicoidais são variáveis, o que reduz a tendência de rosqueamento do instrumento para o interior do canal (MALAGINO et al, 2006). De acordo com o fabricante, os instrumentos, desse sistema, são utilizados em todo comprimento de trabalho do canal radicular, desde o primeiro ao ultimo das séries, sem pressão apical e sem alargamento cervical prévio, de modo que o canal radicular seja modelado por toda extensão, do inicio ao fim do preparo biomecânico (HAMZE, HONARDAR, NAZARIMOGHADAM, 2011).

YARED (2008) propôs uma técnica de instrumentação com apenas um instrumento F2 ProTaper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), em um movimento reciprocante. O uso deste movimento foi proposto para aumentar a resistência à fadiga cíclica, em comparação com a rotação contínua.

Recentemente, duas marcas de instrumentos de NiTi foram introduzidas no mercado, que defendem o conceito de reciprocidade: Reciproc® (VDW, Munique, Alemanha) e WaveOne® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Esses fabricantes afirmam que o movimento recíproco reduz o estresse de torção, invertendo, periodicamente, a rotação do sistema (150° sentido anti-horário, em seguida, 30° de rotação no sentido horário, para o instrumento Reciproc, e 170° sentido anti-horário, em seguida, 50° de rotação no sentido horário para Waveone) (KIM et al, 2012). Esses sistemas são fabricados com uma liga de NiTi especial chamado, M-Wire, que foi criada através de um processo térmico, sendo um tratamento inovador. A liga M-wire apresenta benefícios como o aumento da flexibilidade dos instrumentos e maior

resistência à fadiga cíclica, de aproximadamente 300 a 800% (BÜRKLEIN et al 2012; GAVINI et al 2012; YE, GAO, 2012).

A sequência clínica dos instrumentos Reciproc®, apresentada pelo fabricante, é composta por três limas, que apresentam conicidade regressiva e o uso de cada uma varia de acordo com o tipo de canal radicular (atrésico, médio ou amplo): R25 (ponta 25, com conicidade 0.08 ao longo dos primeiros milímetros apicais) deverá ser usado em canais parcial ou totalmente invisíveis, na radiografia de diagnóstico; R40 (ponta 40, com conicidade 0.06 sobre os primeiros milímetros apicais) deverá ser usado em canais médios, onde é possível alcançar o comprimento de trabalho com uma lima manual #20, introduzida passivamente; R50 (ponta 50, com conicidade de 0.05 nos primeiros milímetros apicais) deverá ser utilizado em canais amplos, sendo possível alcançar o comprimento de trabalho com uma lima manual #30 (GAMBARINI, GRANDE, PLOTINO, 2008).

A dinâmica de movimento do instrumento Reciproc®, denominada reciprocante, consiste basicamente, em rotação, no sentido anti-horário (direção de corte), seguido de uma rotação menos ampla, no sentido horário (direção de liberação do instrumento) completando 360°, favorecendo, assim, sua movimentação de forma contínua e progressiva em direção apical (YARED, 2008). Os ângulos de rotação, a velocidade e o torque estão programados, automaticamente, pelo motor deste sistema (BÜRKLEIN et al, 2012). Os desenhos de secção transversal (forma de S), os ângulos helicoidais e a ponta desses instrumentos também são projetados para evitar a extrusão de detritos de dentina para os tecidos periapicais (YARED, 2008).

Estes instrumentos, de uso único, têm sido recomendados tanto devido às características mecânicas que possuem, como também para o controle de infecção cruzada (YARED, 2008; GAVINI et al, 2012).

SOLAIMAN et al. (2010) e ÇELIK et al. (2013) mencionaram que a liga M-Wire também foi utilizada para confecção de instrumentos rotatórios, em que o primeiro a ser fabricado foi o instrumento GT, da série X (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

SOLAIMAN et al. (2010), ressaltam que estudos realizados, avaliando a resistência à fadiga cíclica de instrumentos rotatórios, confeccionadas com a liga M-Wire, mostraram resultados conflitantes. O mesmo autor analisou trabalhos que compararam a resistência à fadiga cíclica de instrumentos confeccionados de M-Wire, com instrumentos de NiTi convencional, e mostrou que os instrumentos confeccionados com a liga tratada termicamente não apresentaram diferença com os instrumentos K3®, porém, mostraram superioridade aos instrumentos Profile® (Dentsply-Maillefer, Suíça) e Endosequence® (Brasseler, Savannah, GA, EUA) (GAMBARINI, JOHSON, 2008; LARSEN, 2009).

Apesar das imensas vantagens conferidas aos instrumentos endodônticos de NiTi, a complexidade anatômica dos sistemas de canais radiculares pode ser um fator limitante no preparo biomecânico (PETERS et al, 2001; GLUSKIN, 2007). Em canais curvos, a complexidade anatômica pode gerar adversidades, como a permanência de remanescentes teciduais e microbianos em istmos, reentrâncias e ramificações, ou então, provocar acidentes operatórios como o transporte do canal. O transporte é caracterizado por remoção excessiva de dentina em uma única direção, em que quando da sua ocorrência, áreas do canal não são trabalhadas pelo instrumento, dificultando a sua limpeza, sobretudo na porção apical. Além disso, o

transporte apical pode ter um impacto negativo no selamento apical da obturação, determinando um prognóstico pouco favorável (FREIRE et al, 2011).

Para o preparo de raízes curvas, a literatura sugere que a biomecânica apresente acentuado alargamento cervical e o mínimo diâmetro cirúrgico apical, permitindo a compactação do material obturador, com menor chance de extrusão (YOUNG, PARASHOS, MESSES, 2007). O preparo do terço apical é um ponto crítico e a remoção de tecido orgânico e inorgânico, assim como a diminuição do contingente de microrganismos, nessa região, são fatores a serem considerados (SPANGBERG, 2001). Portanto, faz-se necessária atenção ao conhecimento da anatomia interna dos dentes, para que se previnam falhas na etapa do preparo biomecânico, evitando o insucesso do tratamento endodôntico (KARTAL; YANICOĞLU, 1992).

Diversos métodos de pesquisa têm sido utilizados para estudo da anatomia interna dos dentes e dos efeitos gerados pelo preparo biomecânico (FREIRE et al, 2012). As metodologias têm-se desenvolvido, notavelmente, buscando técnicas que apresentem segurança e eficiência na instrumentação (HARTMANN et al, 2007). A literatura apresenta diversos métodos de análise, como secções microscópicas, cortes seriados, impressões em silicone (GUTIÉRREZ, GARCIA, 1968; DAVIS, BRAYTON, GOLDMAN, 1972), microscopia eletrônica de varredura (THOMPSON, 2000; BAUMANN, 2004; NAIR, 2007; PETERS, PAQUÉ, 2010), diafanização (SHARMA, 1998, PÉCORA et al, 1986, 1990, 1993, 1998), radiografia convencional e digital (IQBAL, VANNI, 2004; GUELZOW, VELTRI, 2005; PIRES 2009; SETZER, 2010), tomografia computadorizada *Cone Beam* (VERTUCCI, 1984; SERT, ASLANALP, TANALP, 2004; VERSIANI et al, 2008), e, mais atualmente, a microtomografia computadorizada (SOMMA, 2009; PETERS, PAQUÉ, 2011;

VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, LEONI et al., 2013)

Alguns métodos, como os cortes seriados e impressões em silicone, apresentam limitações, pois os espécimes são destruídos, o que inviabiliza análises de diferentes parâmetros, em perspectiva tridimensional (VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012).

TACHIBANA e MATSUMOTO (1990) sugeriram, pela primeira vez, o uso da tomografia computadorizada (*Cone Beam*) na endodontia. Apesar de ser um método de análise não destrutivo, a falta de resolução limita a reconstrução da anatomia dos canais, de forma precisa (SWAIN, XUE, 2009).

As radiografias periapicais foram e são essenciais para diagnósticos e análises morfológicas, no entanto, são representações bidimensionais de estruturas tridimensionais, em que características clínicas, anatômicas e biológicas podem ser interpretadas de forma inadequada (ESTRELA et al, 2008; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2013).

Atualmente, a microtomografia computadorizada tem se mostrado a forma mais promissora na investigação de detalhes morfológicos, em estudos “ex vivo”, adicionando informações relevantes da micromorfologia dos canais radiculares (SOMMA, 2009; PETERS, PAQUÉ, 2011; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, LEONI et al., 2013). A microtomografia computadorizada proporciona a coleta de dados em estruturas intactas, de forma precisa, não invasiva e não destrutiva. Na endodontia, este método permite gerar modelos tridimensionais os quais proporcionam avaliar, qualitativa e quantitativamente, a anatomia interna e externa dos dentes (YANG et al, 2011;

VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012) e os efeitos gerados pelos instrumentos, após o preparo biomecânico (NIELSEN, 1995; RHODES, 2000).

Assim, a fim de atingir o sucesso do tratamento endodôntico, é importante a manutenção da conformação anatômica original do canal radicular durante a modelagem promovida pelos diversos sistemas de instrumentação mecanizada. Faltam, na literatura, estudos sobre o uso de instrumentos utilizados na complementação de preparos biomecânicos, realizados com instrumentos reciprocantes. Este trabalho terá, como objetivo, avaliar “*ex vivo*”, as alterações morfológicas promovidas em canais mesiais de molares inferiores, com curvatura acentuada, por um instrumento de sistema único e movimentação reciprocante, complementado por dois sistemas múltiplos de movimentação rotatória.

Proposição

O objetivo do presente estudo consiste em avaliar, por meio de microtomografia computadorizada, o preparo biomecânico em canais mesiais de molares inferiores com curvatura acentuada, utilizando um sistema de instrumento único e movimentação recíproca, complementado pelos sistemas de instrumentos múltiplos e rotação contínua Mtwo e K3, com observância dos seguintes itens:

- Parâmetros bidimensionais: avaliar os valores médios das variáveis Área e Perímetro dos canais radiculares (ML e MV), nas diferentes distâncias do ápice (1mm, 2mm, 3mm, 4mm e 5mm).
- Modelos tridimensionais: avaliar os valores médios das variáveis Volume, Área da superfície e SMI dos canais radiculares (ML e MV).
- Transporte: avaliar os valores médios de desvio dos canais radiculares (ML e MV), por terços (cervical, médio e apical) e por todo comprimento de trabalho.

Material e Método

SELEÇÃO DA AMOSTRA

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (CEP/FORP-USP) e aprovado pelo processo nº 2009.1.972.58.4 (Anexo 01).

Foram selecionados, para esta pesquisa, 393 molares inferiores humanos, extraídos por causas desconhecidas, obtidos através de doações do banco de dentes da FORP-USP. Os dentes doados foram armazenados em recipientes com timol a 0,1%, até o início dos experimentos.

Os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas para remoção dos traços de timol 0,1%, em seguida, tiveram sua superfície radicular externa limpa por meio de raspagem com ultrasson (prof II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

EXAME RADIOGRÁFICO

Tomadas radiográficas, no sentido orto-radial, foram realizadas com Sistema Radiográfico Digital IDA, Dabi Atlante (Ribeirão Preto, SP, Brasil), com tempo de exposição de 0,1 segundos e distância objeto-sensor radiográfico de 10 cm. As radiografias foram analisadas com auxílio do Software ProImage Dental Imaging (Dent-X, Elmsford, NY, EUA).

Foram selecionados, da amostra inicial, os molares inferiores que apresentaram raízes completamente formadas, dentro dos padrões metodológicos pré-definidos, livre de nódulos pulpare, reabsorção interna, tratamento endodôntico prévio ou fratura radicular, totalizando 284 dentes (Figura 1).

Figura 1. Tomada radiográfica no sentido orto-radial para seleção dos espécimes.

MENSURAÇÃO DE ÂNGULO E RAIOS DE CURVATURA

As raízes mesiais dos dentes pré-selecionados tiveram seus ângulos e raios aferidos (Figura 2) através do Software CorelDraw® GraphicsSuite X6/ Canadá, a partir das imagens anteriormente radiografadas. A amostra deveria seguir as especificações de severidade de ângulo, segundo Schneider (1971) e de raio de curvatura, segundo Lopes & Estrela (1998).

Para a mensuração do ângulo de curvatura, no primeiro momento, determinou-se um ponto localizado no orifício da entrada dos canais radiculares. A seguir, foi traçada uma reta desse ponto, até o início da curvatura, seguindo o longo eixo do dente ou do contorno original do canal radicular, determinando-se, aí, um segundo ponto. O terceiro ponto foi demarcado na posição do vértice radiográfico e a segunda reta foi traçada, partindo do forame apical cruzando com a primeira reta, demarcando, neste ponto, o ângulo de curvatura do canal radicular. Assim, determinou-se o ângulo de curvatura dos canais radiculares, classificando-os, de acordo com a sua severidade, em graus: curvatura suave (ângulos de 0° a 5°),

moderada (ângulos de 10° a 20°), e severa (ângulos acima de 25°). Dessa forma, foram selecionados, apenas, os espécimes que apresentavam angulação severa do canal radicular (Figura 2A).

Para mensuração do raio de curvatura, traçou-se uma linha a partir da embocadura do canal no sentido do longo eixo (X). Em seguida, foi traçada uma segunda linha (Y), a partir da saída do forame, seguindo o longo eixo do canal no terço apical. Em razão da curvatura, há um ponto em X(a) e em Y(b), onde o canal começa a desviar, em virtude da curvatura e, sobre os quais, tangencia um círculo, cujo raio(r), mensurado em milímetros, definido como o raio de curvatura. Assim, determinou-se o raio de curvatura dos canais radiculares, classificando-os, de acordo com a sua severidade em: raio pequeno ($r \leq 4$ mm): curvatura severa; raio intermediário ($r > 4$ e $r \leq 8$ mm): curvatura moderada e raio grande ($r > 8$ mm): curvatura suave (Figura 2B).

Figura 2. Mensurações de **(A)** ângulo e **(B)** raio de curvatura

Após a mensuração de raio e ângulo de curvatura dos 284 dentes, totalizaram-se 138 dentes dentro do padrão de severidade de ângulo e raio de curvatura.

EXAME TOMOGRÁFICO (*Cone Beam*)

A seguir, os 138 dentes selecionados foram submetidos ao exame tomográfico (Laboratório CROS – Radiologia e Tomografia Odontológica - Sertãozinho, SP, Brasil), em tomógrafo *Cone Beam*, fabricante XTrilion (Tóquio, Japão), modelo PreXion3D, com parâmetros de aquisição FOV 81.00, 90.00KV, 4mA e 19.00 segundos e analisados com o software PrexViewer (Figura 3).

Figura 3. Estudo tomográfico.

Desta vez, o critério de seleção foi a configuração e a quantia de canais radiculares na raiz mesial. Por meio de navegação pelos planos sagital, frontal e transversal, selecionou-se molares inferiores com dois canais e forames independentes (Figura 4).

Figura 4. Seleção de molares inferiores com dois canais e forames independentes por tomografia computadorizada.

Após esta avaliação, selecionaram-se 75 dentes da amostra.

PREPARO DOS DENTES DA AMOSTRA

Os dentes selecionados foram acoplados a um dispositivo na máquina ISOMET® 1000 (Buehler, Lake Forest, IL, EUA), no qual, um disco diamantado (South Bay Technology, San Clemente, CA, EUA), sob refrigeração constante, peso de 250 gramas e velocidade de 350 rpm, realizou o corte da porção coronária, perpendicularmente ao longo eixo da raiz, próximo à junção amelocementária, de modo aos espécimes terem, no máximo, 15 milímetros de comprimento (Figura 5). Em seguida, os espécimes foram inseridos, separadamente, em tubos de

polipropietileno tipo Eppendorf (Micro test tubes 3810X standard; eppendorf do Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil), contendo 1 ml de água destilada, e armazenados em estufa (37°C, 100% umidade relativa), por 72 horas, visando à reidratação. Os tubos foram identificados numericamente e dispostos sequencialmente.

Figura 5. (A) Vista frontal máquina para corte ISOMET® 1000. **(B)** Disco de corte diamantado (South Bay Technology, San Clemente, CA, EUA) e espécime acoplado à máquina.

EXAME MICROTOMOGRÁFICO INICIAL

Para a obtenção dos dados morfométricos bidimensionais (área e perímetro) e tridimensionais (volume, área de superfície, SMI) dos canais radiculares, visando à estratificação dos grupos experimentais, utilizou-se o microtomógrafo Skyscan modelo 1174 v.2 (Bruker, micro-CT, Kontich, Bélgica), (Figura 6) do Departamento de Odontologia Restauradora da FORP-USP. Este aparelho é composto por um tubo de raios – X de microfoco, com fonte de alta tensão (50 KV, 800 μ A), um porta-amostra com manipulador de precisão e um detector baseado em câmera *Charge*

Coupled device (CCD) de 1.3 mp (1304 x 1024 *pixel*). Este dispositivo permite o escaneamento de amostras com até 15 mm de altura, usando resolução espacial isotrópica que pode variar de 6 a 30 μ m.

O microtomógrafo está conectado a um computador Dell Precision T5500 Workstation (Dell Inc., São Paulo, SP, Brasil), com sistema operacional Windows 7 de 64 *bits*, utilizado no controle, aquisição de dados, reconstrução e análise dos atributos das imagens.

Figura 06. (A) Microtomógrafo SkyScan modelo 1174 v.2 e computador Dell Precision T5500 workstation. **(B)** Vista frontal do microtomógrafo SkyScan com espécime fixado em plataforma de cera 7.

Antes do procedimento de escaneamento dos espécimes, foram utilizados recursos de correção geométrica e do campo de aquisição (*flat-field correction*). Em seguida, foi realizado o posicionamento de um filtro de alumínio, de 0,5 mm de espessura, em frente à fonte de raios X, que permitiu alterar a sensibilidade à radiação policromática. Então, o compartimento da câmera do microtomógrafo foi fechada e a fonte de raios X ligada, por meio do botão de energia, na barra de ferramentas do Programa de Controle SkyScan 1174 v.2., dando início ao processo de aquecimento (*aging*), no qual, a tensão e a corrente sobem suavemente com o objetivo de aumentar o tempo de vida do tubo de raios X. Após esse processo, a

fonte de raios X foi então, desligada, a porta externa do compartimento da câmera aberta, e cada espécime posicionado individualmente, sobre um platô metálico e fixado com cera sete (NEWWAX-TECHNEW), com o intuito de estabilizar o dente na plataforma, sobre a mesa giratória do aparelho (Figura 7).

Figura 7. Espécime sobre o aparato próprio do microtomógrafo, fixada por cera sete.

Após o posicionamento do dente e o fechamento do compartimento da câmera do microtomógrafo, a fonte de raios X foi novamente acionada por meio do botão de energia (Figura 8A), na barra de ferramentas do Programa de Controle SkyScan 1174 v.2., e a posição do espécime pôde ser verificada com auxílio da ferramenta *Video Image* (Figura 8B), do programa de controle.

Figura 8. Barra de ferramentas do Programa de Controle SkyScan 1174 versão 2. **(A)** Botão de energia. **(B)** Video Image.

Uma vez confirmado o posicionamento, iniciou-se a aquisição das projeções do espécime em diversas angulações ao longo de uma rotação de 360° , com passos de rotação de um grau. Definiu-se uma quantidade total de 1 quadro (*frame*) tomado em cada projeção angular, com tamanho de *voxel* isotrópico de $19,66\ \mu\text{m}$. Essa manobra permitiu calcular cada média dos sinais e assim melhorar a definição final de cada imagem, estabelecendo um tempo de escaneamento de aproximadamente 23 minutos por espécime. O detalhamento dos parâmetros de aquisição das projeções dos espécimes está disposto no Anexo 2. As projeções bidimensionais das imagens geradas foram arquivadas no formato *Tagged Image File* (TIFF) (Figura 9).

Figura 9. Processo de escaneamento dos espécimes.

A etapa seguinte consistiu na reconstrução das secções transversais, a partir das imagens das projeções angulares, por meio de algoritmo de reconstrução de feixe cônico de FeldKamp modificado, usando o programa NRecon v. 1.6.6.0 (Bruker, micro-CT, Kontich, Bélgica), resultando na completa representação da microestrutura interna de cada dente. Para a reconstrução, foram usados os seguintes parâmetros: redução de artefatos, em forma de anel (*ring artifact*), no valor de 5 (escala de 0-20); endurecimento de feixe (*beam hardening*) de 15% (escala de 0-100%); suavização (*smoothing*) no valor de 5 (escala de 0-10); e histograma de contraste no modo logaritmo variando de 0,015 (valor mínimo) a 0,095 (valor máximo). Esse processo resultou em uma média de 718 fatias por espécime (amplitude de 520 e 860 fatias), cobrindo toda sua extensão, desde a porção cervical até o ápice anatômico, que foram salvas no formato *Bitmap* (BMP). O detalhamento dos parâmetros de reconstrução das secções transversais dos espécimes está disposto no Anexo 3.

Processamento e Análise das Imagens

Após a reconstrução, realizou-se o processamento e análise das imagens, com auxílio do programa CTAn v. 1.13.5.1+ (Bruker, micro-CT, Kontich, Bélgica), que consistiu, inicialmente, na utilização de operações matemáticas para binarização ou segmentação das imagens, alterando os valores dos pixels do canal radicular. Estas operações matemáticas consistiam na elaboração e execução de uma rotina computacional (macro), por meio da ferramenta de *Custom Processing* (processamento de imagem), utilizando uma sequência de *plug-ins* (ferramentas), visando padronizar e automatizar o processo de obtenção de dados. Essa

segmentação da imagem foi realizada por meio da técnica de limiarização interativa (*threshold*) na qual a segmentação dos valores de cinza foi obtida de forma interativa, separando os segmentos que corresponderiam à dentina e ao canal radicular. Neste processo, foi possível dividir a imagem em regiões, reconhecendo-as como objetos independentes uns dos outros e do fundo. Obteve-se, assim, uma imagem binária, onde os *pixels* pretos representaram o fundo e as regiões de *pixels* brancos, os objetos da análise.

As próximas etapas objetivaram a aquisição dos dados morfológicos bidimensionais (área e perímetro) e tridimensionais (volume, área de superfície, SMI), bem como a geração dos modelos tridimensionais dos canais radiculares de todos os espécimes, visando à composição dos grupos experimentais e análise comparativa, posteriormente ao preparo biomecânico.

Utilizando-se o *plug-in Individual Object Analysis (2D space – Análise de Objeto Individual)*, foram obtidos dados referentes aos parâmetros bidimensionais de área (mm^2) e perímetro (mm) de cada uma das secções transversais resultantes do procedimento de reconstrução.

A seguir, por meio do *plug-in 3D analysis*, foi possível obter a análise quantitativa tridimensional de volume (mm^3), área de superfície (mm^2) e *structure model index* (SMI – Índice de modelo estrutural), considerando-se o canal radicular como um todo, bem como sua análise em relação aos terços cervical, médio e apical. O SMI envolve a mensuração da convexidade de superfície de um sólido. Seus valores variam de 0 a 4, sendo que os valores 0, 3 e 4 correspondem, respectivamente, a um plano, a um cilindro e a uma esfera regulares. De forma complementar, modelos tridimensionais dos canais radiculares foram obtidos por

meio do algoritmo *double time cubes*, no formato .P3G, e visualizados no programa CTVol 2.2.3.0 (Bruker, micro-CT, Kontich, Bélgica).

Todos os dados quantitativos, obtidos do programa CTAn, foram armazenados no formato de texto, para posterior análise. Concluídas as análises, os dados obtidos na avaliação bidimensional (área e perímetro) e tridimensional (volume, área de superfície e SMI) possibilitaram a estratificação da amostra para obtenção de grupos homogêneos e, posteriormente, para fins de comparação com os dados obtidos após o preparo biomecânico.

Delineamento Experimental

Após o escaneamento inicial, os espécimes foram ordenados com base no método de amostragem sistemática, para que não houvesse concentração de raios e ângulos extremos somente em um grupo. Os mesmos foram ordenados do menor ao maior valor e, então, distribuídos, aleatoriamente, de modo que, dentro de cada grupo contivessem valores menores, médios e maiores, mantendo a média dos grupos. O objetivo foi homogeneizar os grupos. Os espécimes foram distribuídos em 8 grupos, totalizando 30 canais, com dados vinculados nos grupos GI, GII, GIII e GIV (n=20) e em GV, GVI, GVII e GVIII (n=10), de acordo com fluxograma (Figura 10).

Figura 10. Fluxograma da sequência metodológica e distribuição dos grupos. Os dados dos grupos GI, GII, GIII e GIV ($n=20$) e dos GV, GVI, GVII e GVIII ($n=10$) são vinculados. Antes e após cada etapa do preparo biomecânico dos espécimes, estes foram submetidos ao escaneamento microtomográfico.

PREPARO DO CANAL RADICULAR

Após a remoção dos dentes dos tubos Eppendorf, cada espécime teve o canal radicular irrigado e aspirado, com 2 ml de hipoclorito de sódio a 1% (ASFER, São Caetano do Sul, SP, Brasil), utilizando uma seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). A exploração do canal radicular foi realizada com uma lima pré-curvada #10, tipo K, de aço inox (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), cuidadosamente introduzida no interior do canal radicular, até que sua ponta coincidisse com o forame apical. Ao encontrar essa medida, subtraiu-se 1 mm para estabelecer o comprimento de trabalho (CT).

O acionamento mecânico dos instrumentos (Reciproc, Mtwo #35.04 e #40.04, e, K3 #35.02 e #40.02) foi realizado com o contra ângulo redutor de 6:1 Sirona (SN 25185, VDW GmbH, Munique, Alemanha), acoplado ao micro-motor SMR 114058 (VDW GmbH, Munique, Alemanha), que estava acoplado, por sua vez, ao motor elétrico VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha) (Figura 11). Antes do início do preparo dos espécimes, em cada grupo, a velocidade de rotação e apressão do torque do motor foram calibrados, automaticamente, por meio da função *calibration* (CAL).

Figura 11. (A) Reciproc (VDW GmbH, Munique, Alemanha), (B) Mtwo #35.04 e #40.04 respectivamente, (VDW GmbH, Munique, Alemanha), (C) K3 #35.02 e #40.02 respectivamente. (SybronEndo, Orange, CA, EUA, (D) Aparelho VDW Silver, com contra-ângulo redutor Sirona, acoplado ao micro motor SMR 114058.

O instrumento Reciproc® utilizado foi o 25.08 (R-25), em movimento reciprocante, com os ângulos de deslocamento e torque, automaticamente, pré-ajustados no motor VDW Silver. A cada dente preparado, foi utilizado um novo instrumento, uma vez que a recomendação do fabricante é que este seja de uso único.

Instrumentos Mtwo, 35.04 e 40.04, foram acionados, em modo rotação contínua, com 280 rpm de velocidade e torque de 120 e 160 gcm, respectivamente (Figura 12).

Instrumentos K3, 35.02 e 40.02 também foram acionados em modo rotação contínua, com 300 rpm de velocidade e torque de 90 e 120 gcm, respectivamente (Figura 13).

Para os instrumentos Mtwo e K3, foi estabelecido o uso de um instrumento para cada dois dentes.

Figura 12. Programação no visor do Motor Silver VDW (A) Reciproc, (B) Mtwo #35.04, (C) Mtwo #40.04.

Figura 13. Programação no visor do Motor Silver VDW (A) Reciproc, (B) K3 #35.02, (C) K3 #40.02.

Toda instrumentação foi executada por um único operador, com irrigação abundante, em média 3,0 ml de solução de hipoclorito de sódio a 1% (ASFER, São Caetano do Sul, SP, Brasil), para cada instrumento. Os instrumentos foram utilizados sem pressão, em movimentos de bicada, com avanços de 2 a 3 mm em direção apical, até atingirem o comprimento de trabalho (Figura 14).

Figura 14. (A) Determinação do comprimento de trabalho com lima 10 tipo K; (B) Preparo biomecânico em movimento recíprocante com instrumento R25; (C) Irrigação com 3 ml de NaOCl 1% cada troca de instrumento; (D) Complementação com instrumentos Mtwo; (E) Complementação com instrumentos K3; (F) Seringa plástica Ultradent e ponta NaviTip, utilizada para irrigação.

Segundo, terceiro, quarto exame microtomográfico e alinhamento dos espécimes.

Após cada etapa do preparo, os espécimes foram submetidos a um novo escaneamento microtomográfico, seguindo-se os protocolos, já descritos, em relação ao escaneamento e reconstrução. Antes da análise morfométrica propriamente dita, as imagens (modelos) obtidas de cada um dos espécimes, após cada aquisição, foram alinhadas em relação às obtidas inicialmente por meio

do programa PMOD software (PMOD Technologies Ltd., Zurich, Switzerland). Este programa tem o objetivo de identificar e registrar as superfícies de um mesmo objeto, analisado em conjuntos de dados, obtidos em momentos diferentes, por meio da minimização das distâncias entre as superfícies correspondentes, empregando-se um modelo rígido de transformação matemática.

Após o alinhamento dos espécimes, foi realizado o processamento e análise das imagens no programa CTAn v.1.11 (Bruker, micro-CT, Kontich, Bélgica), usando os mesmos parâmetros descritos no exame microtomográfico inicial

Assim, obtiveram-se os dados morfométricos bidimensionais (área e perímetro) e tridimensionais (volume, área de superfície, SMI) dos canais após cada preparo, bem como suas diferenças em relação ao canal radicular não preparado.

Utilizando-se o programa CTVol 2.1 (Bruker, micro-CT, Kontich, Bélgica), os modelos tridimensionais, gerados por este novo conjunto de dados, foram sobrepostos àquele gerado previamente ao preparo do canal. Os modelos sobrepostos foram, então, avaliados, qualitativamente, em relação à superfície tocada pelos instrumentos após o procedimento experimental. Com o objetivo de facilitar a identificação dos modelos e as áreas de atuação de cada instrumento, optou-se por aplicar cores distintas. Figuras 15, 16, 17 (A, B, C), 18 (A, B e C), 19 (A, B e C) e 20 (A, B e C).

Figura 15. (A) Vista Lateral; (B) Vista Apical; (C) Ampliação Vista Apical - (Azul) Anatomia interna original; (Vermelho) Após instrumentação com Reciproc; (Verde) Após instrumentação com Mtwo #35.04; (Preto) Após instrumentação com Mtwo #40.04.

Figura 16. (A) Vista Lateral; (B) Vista Apical; (C) Ampliação Vista Apical - (Azul) Anatomia interna original; (Vermelho) Após instrumentação com Reciproc; (Verde) Após instrumentação com K3 #35.02; (Preto) Após instrumentação com K3 #40.02.

Figura 17. Áreas de atuação dos instrumentos *taper* 02. **(A)** Vista Lateral; **(B)** Ampliação da porção curva do canal, com atuação do instrumento no sentido anti-curvatura; **(C)** Ampliação vista apical mostra área de atuação nos primeiros milímetros apicais - (Azul) Anatomia interna original; (Vermelho) Após instrumentação com Reciproc; (Verde) Após instrumentação com K3 #35.02; (Preto) Após instrumentação com K3 #40.02.

Figura 18. Áreas de atuação dos instrumentos *taper* 02. **(A)** Vista Lateral; **(B)** Ampliação da porção curva do canal, com atuação do instrumento no sentido anti-curvatura; **(C)** Ampliação vista apical mostra área de atuação nos primeiros milímetros apicais - (Azul) Anatomia interna original; (Vermelho) Após instrumentação com Reciproc; (Verde) Após instrumentação com K3 #35.02; (Preto) Após instrumentação com K3 #40.02.

Figura 19. Áreas de atuação dos instrumentos *taper* 04. **(A)** Vista Lateral; **(B)** Ampliação da porção curva do canal, com atuação do instrumento no sentido anti-curvatura; **(C)** Ampliação vista apical mostra área de atuação nos primeiros milímetros apicais - (Azul) Anatomia interna original; (Vermelho) Após instrumentação com Reciproc; (Verde) Após instrumentação com Mtwo #35.04; (Preto) Após instrumentação com Mtwo #40.04.

Figura 20. Áreas de atuação dos instrumentos *taper* 04. **(A)** Vista Lateral; **(B)** Ampliação da porção curva do canal, com atuação do instrumento no sentido anti-curvatura; **(C)** Ampliação vista apical mostra área de atuação nos primeiros milímetros apicais - (Azul) Anatomia interna original; (Vermelho) Após instrumentação com Reciproc; (Verde) Após instrumentação com Mtwo #35.04; (Preto) Após instrumentação com Mtwo #40.04.

Cálculo do transporte

Para mensuração do transporte, foram obtidos os valores dos centróides (ponto no interior de uma forma geométrica que define o seu centro geométrico) dos eixos X e Y em cada secção de cada espécime, além da posição no eixo Z relativa a eles, por meio do programa CTAn v.1.11 (Bruker –microCT, Kontich, Bélgica). Com isto, obteve-se um sistema de coordenadas tridimensionais (ou sistema cartesiano tridimensional), ou seja, um conjunto de todos os ternos ordenados (x,y,z), onde x indica a quantidade deslocada na direção positiva do eixo que contém os deslocamentos para frente; y indica a quantidade deslocada na direção positiva do eixo que contém os deslocamentos para o lado; e z indica a quantidade deslocada na direção positiva do eixo que contém os deslocamentos para cima. Assim, dados dois pontos $P_1 = (x_1, y_1, z_1)$ e $P_2 = (x_2, y_2, z_2)$, relativos à posição do centro do mesmo canal em uma mesma secção transversal, em dois momentos distintos, o cálculo da distância entre eles foi realizado pela fórmula:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

Após realizado o cálculo do transporte, os gráficos foram gerados a fim de se obter uma avaliação qualitativa, onde a linha azul representa o canal original; a linha vermelha representa o canal original + R25; a linha verde representa canal original + R25 + #35 (K3 e Mtwo); e linha preta, canal original + R25 + #35 + # 40(K3 e Mtwo) (Figuras 17, 18, 19, 20).

Figura 17. Gráfico de canais mesiolinguais, complementados pelo sistema Mtwo. **(A)** Canal todo, **(B)** Terço apical, **(C)** Terço cervical, **(D)** Terço médio.

Figura 18. Gráfico de canais mesiovestibulares, complementados pelo sistema Mtwo. **(A)** Canal todo, **(B)** Terço apical, **(C)** Terço cervical, **(D)** Terço médio.

Figura 19. Gráfico de canais mesiolinguais, complementados pelo sistema K3. **(A)** Canal todo, **(B)** Terço apical, **(C)** Terço cervical, **(D)** Terço médio.

Figura 20. Gráfico de um canal mesiovestibular, complementados pelo sistema K3. **(A)** Canal todo, **(B)** Terço apical, **(C)** Terço cervical, **(D)** Terço médio.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise Morfométrica Bidimensional

A partir dos objetivos estabelecidos, na presente pesquisa, definiram-se alguns questionamentos ou hipóteses:

1. Existe diferença, estatisticamente significativa, nos valores médios das variáveis Área e Perímetro, com relação a Grupo (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8), independente de Canal (ML e MV) e Distância do Ápice (1mm, 2mm, 3mm, 4mm e 5mm)?;
2. Existe diferença, estatisticamente significativa, nos valores médios das variáveis Área e Perímetro, com relação a Canal (ML e MV), independente de Grupo (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8) e da Distância do Ápice (1mm, 2mm, 3mm, 4mm e 5mm)?;
3. Existe diferença, estatisticamente significativa, nos valores médios das variáveis Área e Perímetro, com relação à Distância do Ápice (1mm, 2mm, 3mm, 4mm e 5mm), independente de Grupo (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8) e do Canal (ML e MV)?;
4. Existe diferença ou interação, estatisticamente significativa, entre os valores médios das variáveis Área e Perímetro, com relação a Grupo x Canal, Grupo x Distância do Ápice, Canal x Distância do Ápice e Grupo x Canal x Distância do Ápice?;
5. Existe correlação, estatisticamente significativa, entre as variáveis Área e Perímetro?

As quatro hipóteses iniciais foram avaliadas com o auxílio de análise de variância a três fatores, modelo fatorial completo, uma vez que os 80 tratamentos analisados (8 Grupos x 2 Canais x 5 Distâncias do Ápice) apresentaram distribuição normal para as variáveis em análise, permitindo assim, avaliar as diferenças nos valores médios segundo os fatores Grupo, Canal, Distância do Ápice e as interações dois a dois e considerando os três fatores simultaneamente. A verificação de normalidade foi feita através do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância de 0,05.

Quando a ANOVA indicou existir diferença entre os valores médios das variáveis analisadas e o teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou variâncias heterogêneas, utilizou-se, para identificar quais tratamentos diferiam entre si, o teste de comparações múltiplas de Games-Howell para variâncias heterogêneas. Quando o teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou variâncias homogêneas, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey HSD. O nível de significância adotado foi de 0,05.

A quinta hipótese foi testada utilizando o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi de 0,05.

Análise Morfométrica Tridimensional

A partir dos objetivos estabelecidos, na presente pesquisa, definiram-se alguns questionamentos ou hipóteses:

1. Existe diferença, estatisticamente significativa, nos valores médios das variáveis Volume, Área da superfície e SMI, com relação a Grupo (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8), independente de Canal (ML e MV)?;

2. Existe diferença, estatisticamente significativa, nos valores médios das variáveis Volume total, Área da superfície e SMI, com relação a Canal (ML e MV), independente de Grupo (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8)?;

3. Existe diferença, estatisticamente significativa, nos valores médios das variáveis Volume total, Área da superfície e SMI, com relação a Grupo x Canal?;

4. Existe interação, estatisticamente significativa, entre os valores médios das variáveis Volume total, Área da superfície e SMI, com relação a Grupo x Canal?;

5. Existe correlação, estatisticamente significativa, entre as variáveis Volume total, Área da superfície e SMI?

As quatro hipóteses iniciais foram avaliadas com o auxílio de análise de variância a dois fatores, modelo fatorial completo, uma vez que os 16 tratamentos analisados (8 Grupos x 2 Canais) apresentaram distribuição normal para as variáveis em análise, permitindo assim, avaliar as diferenças nos valores médios segundo os fatores Grupo, Canal e a interação entre Grupo x Canal. A verificação de normalidade foi feita através do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância de 0,05.

Quando a ANOVA indicou existir diferença entre os valores médios das variáveis analisadas e o teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou variâncias heterogêneas, utilizou-se para identificar quais tratamentos diferiam entre si o teste de comparações múltiplas de Games-Howell para variâncias heterogêneas. Quando o teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou variâncias homogêneas, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey HSD. O nível de significância adotado foi de 0,05.

A quinta hipótese foi testada utilizando o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi de 0,05.

Análise de transporte

A partir dos objetivos estabelecidos, na presente pesquisa, definiram-se quatro questionamentos ou hipóteses:

1. Existe diferença estatisticamente significativa nos valores médios de transporte por terços (cervical, médio e apical) e pelo canal todo, em relação a Grupo (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8), independente de Canal (ML e MV)?;
2. Existe diferença, estatisticamente significativa, nos valores médios de transporte por terços (cervical, médio e apical) e pelo canal todo, com relação a Canal (ML e MV), independente de Grupo (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8)?;
3. Existe diferença, estatisticamente significativa, nos valores médios de transporte por terços (cervical, médio e apical) e pelo canal todo, com relação a Grupo x Canal?;
4. Existe interação, estatisticamente significativa, entre os valores médios de transporte por terços (cervical, médio e apical) e pelo canal todo com relação a Grupo x Canal?;
5. Existe correlação, estatisticamente significativa, de transporte entre os terços (cervical, médio e apical) e o canal todo?

As quatro hipóteses iniciais foram avaliadas com o auxílio de análise de variância a 3 fatores, modelo fatorial completo, uma vez que os 48 tratamentos analisados (8 Grupos x 2 Canais x 4 regiões de transporte) apresentaram distribuição normal para as variáveis em análise, permitindo assim, avaliar as diferenças nos valores médios segundo os fatores Grupo, Canal, região de transporte e as interações dois a dois, considerando os três fatores

simultaneamente. A verificação de normalidade foi feita através do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância de 0,05.

Quando a ANOVA indicou existir diferença entre os valores médios das variáveis analisadas e o teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou variâncias heterogêneas, utilizou-se para identificar quais tratamentos diferiam entre si o teste de comparações múltiplas de Games-Howell para variâncias heterogêneas. Quando o teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou variâncias homogêneas, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey HSD. O nível de significância adotado foi de 0,05.

A quinta hipótese foi testada utilizando o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi de 0,05.

Resultados

Ângulo e Raio de Curvatura

Os dados referentes ao ângulo e o raio de curvatura foram submetidos a testes preliminares visando verificar a distribuição amostral. Foi utilizada a análise de variância ANOVA após constatação da distribuição normal dos dados. Os dentes, pertencentes aos grupos GI, GII, GIII, GIV, tiveram a média do ângulo de curvatura $38,18 \pm 1,10^\circ$; e os dentes, pertencentes aos grupos GV, GVI, GVII, GVIII, tiveram a média de $35,18 \pm 1,29^\circ$. Tendo dados vinculados em GI, GII, GIII, GIV e em GV, GVI, GVII, GVIII, os conjuntos de dentes não apresentaram diferença estatística entre si (ANOVA, $p > 0,05$).

Para raio de curvatura, foi obtida, para os dentes dos grupos GI, GII, GIII e GIV, a média $4,21 \pm 0,29$ mm; e, para os dentes dos grupos GV, GVII, GVII e GVIII, a média de $4,28 \pm 0,29$; sem diferença estatística entre os dentes (ANOVA, $p > 0,05$). Os valores estão expressos na tabela I.

Tabela I – Valores médios $\pm$ desvios-padrões e variação (valor máximo e mínimo) dos ângulos e raios de curvatura.

Parâmetro	Dentes dos grupos	Média $\pm$ DP	Variação
Ângulo de Curvatura ($^\circ$)	GI, GII, GIII, GIV	$38,18 \pm 1,10$	36,46 - 40, 20
	GV, GVII, GVII, GVIII	$35,18 \pm 1,29$	33,64 - 37,86
Raio de Curvatura (mm)	GI, GII, GIII, GIV	$4,21 \pm 0,28$	3,80 - 4,63
	GV, GVII, GVII, GVIII	$4,28 \pm 0,29$	3,96 - 4,75

Os dados morfométricos bi, tridimensionais e de transporte foram submetidos à análise estatística para verificar sua distribuição normal. Após verificação de normalidade, feita através do teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância de 0,05, e as comparações múltiplas, pelo teste de Games-Howell,

foi constatado que não há diferença estatística ($P>0,05$) entre os valores dos canais mesiolinguais e mesiovestibulares para todos os parâmetros analisados, como se observa nos gráficos 1 (A e B), 2 (A e B), 3, 4 e 5. Portanto, as análises subsequentes foram realizadas pelo número total de canais.

Gráfico 1. Distribuição dos valores de área por canal (mesiolingual e mesiovestibular), no intervalo de confiança de 95%. Em **(A)** distribuição por grupos; **(B)** distribuição pelos milímetros apicais.

Gráfico 2. Distribuição dos valores de perímetro por canal (mesiolingual e mesiovestibular), no intervalo de confiança de 95%. Em **(A)** distribuição por grupos; **(B)** Distribuição pelos milímetros apicais.

Gráfico 3. Distribuição dos valores de volume por canal (mesiolingual e mesiovestibular), em relação a grupos, no intervalo de confiança de 95%.

Gráfico 4. Distribuição dos valores de área de superfície por canal (mesiolingual e mesiovestibular), em relação a grupos, no intervalo de confiança de 95%.

Gráfico 5. Distribuição dos valores SMI (Índice de modelo estrutural) por canal (mesiolingual e mesiovestibular), em relação a grupos, no intervalo de confiança de 95%.

Análise Morfológica Bidimensional

Os dados obtidos da análise morfológica bidimensional (área e perímetro), dos grupos GI, GII, GIII, GIV, GV, GVI, GVII e GVIII, correspondentes aos parâmetros amostrais analisados (8 grupos x 2 canais x 5 distâncias), foram submetidos à análise estatística para verificar sua distribuição normal. O teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov apresentou distribuição normal ao nível de significância de 0,05.

A análise morfométrica bidimensional mostrou que a área e o perímetro apresentaram aumento gradual a cada milímetro avaliado, partindo do primeiro milímetro apical. Da mesma forma que houve aumento a cada milímetro, houve aumento gradual de área e de perímetro a cada troca de instrumento, conforme se realizava o preparo biomecânico dentro dos conjuntos de grupos. Houve, portanto, aumento de área e de perímetro do canal original para o canal preparado com a R25; do canal preparado com o instrumento R25 para o preparado com o #35 (*taper*

02 e *taper* 04); e do canal preparado com o instrumento #35 para o preparado com o #40 (*taper* 02 e *taper* 04).

Os valores absolutos da área do canal radicular original e do canal preparado, após cada instrumento, analisados a 1, 2, 3, 4 e 5 mm de distância do ápice, estão dispostos na Tabela II.

Tabela II. Análise morfométrica de área a cada milímetro (média $\pm$ desvio padrão e variação de valores mínimos e máximos).

Parâmetro	Distância do Forame Apical	Complementação <i>Taper</i> 04 (Mtwo)			Complementação <i>Taper</i> 02 (K3)		
		Grupos	Média $\pm$ DP	Variação	Grupos	Média $\pm$ DP	Variação
Área (mm ²)	1 mm	G I	0,04 $\pm$ 0,33	0,00 - 0,11	G V	0,06 $\pm$ 0,04	0,01 - 0,15
		G II	0,10 $\pm$ 0,06	0,00 - 0,20	G VI	0,11 $\pm$ 0,04	0,06 - 0,18
		G III	0,15 $\pm$ 0,08	0,02 - 0,31	G VII	0,14 $\pm$ 0,04	0,10 - 0,19
		G IV	0,20 $\pm$ 0,08	0,07 - 0,36	G VIII	0,18 $\pm$ 0,04	0,12 - 0,22
	2 mm	G I	0,04 $\pm$ 0,02	0,01 - 0,08	G V	0,06 $\pm$ 0,03	0,03 - 0,11
		G II	0,17 $\pm$ 0,06	0,10 - 0,30	G VI	0,15 $\pm$ 0,03	0,10 - 0,20
		G III	0,21 $\pm$ 0,06	0,11 - 0,34	G VII	0,15 $\pm$ 0,04	0,10 - 0,21
		G IV	0,25 $\pm$ 0,06	0,17 - 0,39	G VIII	0,17 $\pm$ 0,04	0,13 - 0,23
	3 mm	G I	0,09 $\pm$ 0,05	0,02 - 0,20	G V	0,08 $\pm$ 0,04	0,05 - 0,16
		G II	0,24 $\pm$ 0,06	0,15 - 0,34	G VI	0,22 $\pm$ 0,04	0,16 - 0,30
		G III	0,27 $\pm$ 0,07	0,16 - 0,42	G VII	0,22 $\pm$ 0,04	0,17 - 0,31
		G IV	0,31 $\pm$ 0,07	0,21 - 0,46	G VIII	0,23 $\pm$ 0,04	0,18 - 0,32
	4 mm	G I	0,13 $\pm$ 0,08	0,02 - 0,36	G V	0,11 $\pm$ 0,05	0,05 - 0,20
		G II	0,31 $\pm$ 0,06	0,21 - 0,41	G VI	0,28 $\pm$ 0,04	0,23 - 0,37
		G III	0,35 $\pm$ 0,08	0,23 - 0,51	G VII	0,29 $\pm$ 0,04	0,23 - 0,37
		G IV	0,40 $\pm$ 0,09	0,25 - 0,59	G VIII	0,29 $\pm$ 0,04	0,24 - 0,38
	5 mm	G I	0,13 $\pm$ 0,06	0,03 - 0,31	G V	0,12 $\pm$ 0,07	0,05 - 0,27
		G II	0,38 $\pm$ 0,07	0,27 - 0,55	G VI	0,33 $\pm$ 0,03	0,29 - 0,38
		G III	0,42 $\pm$ 0,10	0,27 - 0,67	G VII	0,35 $\pm$ 0,04	0,29 - 0,41
		G IV	0,48 $\pm$ 0,10	0,32 - 0,75	G VIII	0,36 $\pm$ 0,05	0,30 - 0,45

A análise dos dados de área, em relação aos grupos, mostra que o conjunto de grupos de I a IV apresentou aumento de seus valores, de acordo que se realizou a instrumentação, com valores crescentes de I a IV. Observou-se diferença estatística do grupo I com os demais grupos ($p < 0,05$). O grupo II não apresenta diferença com o grupo III ($p > 0,05$); o grupo III não apresenta diferença com o grupo

IV ($p>0,05$); porém, o grupo II apresenta diferença com o grupo IV ($p<0,05$), devido aos valores absolutos da variável não constarem no mesmo intervalo de confiança. Dentro do conjunto de grupos de V a VIII, há aumento dos valores, de acordo que se realiza a instrumentação, com valores crescentes do grupo V ao VIII. O grupo V difere dos grupos VI, VII e VIII ($p<0,05$), os quais não apresentam diferença estatística entre si ($p>0,05$). Avaliando, comparativamente, os conjuntos de grupo (I-IV x V-VIII), os grupos que representam o canal original (I e V) não diferem, estatisticamente, entre si ($p>0,05$). Da mesma forma, comportam-se os grupos que representam o canal preparado com o instrumento R25 (II e VI) e com os instrumentos #35, grupo III (*taper* 4) e o grupo VII (*taper* 2) ($P>0,05$). Entretanto, a área dos canais radiculares, após o preparo com os instrumentos #40, grupo IV (*taper* 04) e o grupo VIII (*taper* 02), apresentaram diferença estatística ($P<0,05$) (Gráficos 6A).

Em relação à distância do ápice, os valores médios de área aumentam à medida em que se distanciam do ápice, com diferença estatística entre todos os milímetros avaliados ($P<0,05$) (Gráficos 6B).

Gráfico 6. Distribuição dos valores de área, no intervalo de confiança de 95%. Em (A) distribuição por grupos; (B) distribuição pelos milímetros apicais.

Os valores absolutos de perímetro do canal radicular original e do canal após o preparo biomecânico de cada instrumento, analisados a 1, 2, 3, 4 e 5 mm de distância do ápice, estão dispostos na Tabela III.

Tabela III. Análise morfométrica de perímetro a cada milímetro (média $\pm$ desvio padrão e variação de valores mínimos e máximos).

Parâmetro	Distância do Forame Apical	Complementação <i>Taper</i> 04 (Mtwo)			Complementação <i>Taper</i> 02 (K3)		
		Grupos	Média $\pm$ DP	Variação	Grupos	Média $\pm$ DP	Variação
Perímetro (mm)	1 mm	G I	0,80 $\pm$ 0,42	0,13 - 1,53	G V	1,01 $\pm$ 0,51	0,27 - 1,90
		G II	1,18 $\pm$ 0,38	0,39 - 1,79	G VI	1,29 $\pm$ 0,29	0,89 - 1,77
		G III	1,45 $\pm$ 0,43	0,51 - 2,12	G VII	1,45 $\pm$ 0,22	1,17 - 1,81
		G IV	1,72 $\pm$ 0,39	0,98 - 2,30	G VIII	1,63 $\pm$ 0,21	1,28 - 1,94
	2 mm	G I	0,85 $\pm$ 0,23	0,51 - 1,18	G V	0,96 $\pm$ 0,28	0,62 - 1,47
		G II	1,52 $\pm$ 0,25	1,17 - 2,11	G VI	1,42 $\pm$ 0,18	1,17 - 1,75
		G III	1,71 $\pm$ 0,28	1,24 - 2,19	G VII	1,47 $\pm$ 0,19	1,16 - 1,79
		G IV	1,91 $\pm$ 0,26	1,52 - 2,61	G VIII	1,55 $\pm$ 0,19	1,32 - 1,85
	3 mm	G I	1,35 $\pm$ 0,56	0,58 - 2,62	G V	1,20 $\pm$ 0,34	0,82 - 1,70
		G II	1,81 $\pm$ 0,22	1,46 - 2,20	G VI	1,74 $\pm$ 0,15	1,51 - 2,07
		G III	1,96 $\pm$ 0,27	1,51 - 2,52	G VII	1,76 $\pm$ 0,17	1,53 - 2,11
		G IV	2,10 $\pm$ 0,27	1,71 - 2,65	G VIII	1,80 $\pm$ 0,17	1,56 - 2,15
	4 mm	G I	1,38 $\pm$ 0,53	0,50 - 2,44	G V	1,53 $\pm$ 0,54	0,89 - 2,62
		G II	2,14 $\pm$ 0,29	1,73 - 2,99	G VI	2,00 $\pm$ 0,15	1,79 - 2,35
		G III	2,32 $\pm$ 0,44	1,80 - 3,48	G VII	2,01 $\pm$ 0,13	1,79 - 2,31
		G IV	2,47 $\pm$ 0,43	1,78 - 3,56	G VIII	2,03 $\pm$ 0,14	1,82 - 2,35
	5 mm	G I	1,49 $\pm$ 0,41	0,65 - 2,21	G V	1,38 $\pm$ 0,50	0,79 - 2,33
		G II	2,37 $\pm$ 0,31	1,97 - 3,18	G VI	2,18 $\pm$ 0,11	2,01 - 2,39
		G III	2,50 $\pm$ 0,36	1,95 - 3,18	G VII	2,20 $\pm$ 0,12	2,03 - 2,43
		G IV	2,68 $\pm$ 0,33	2,11 - 3,38	G VIII	2,27 $\pm$ 0,23	2,02 - 2,77

A análise dos dados de perímetro, em relação aos grupos, mostra que o conjunto de grupos de I a IV apresentou aumento de seus valores à medida em que se realizou a instrumentação, com valores crescentes de I a IV. Observou-se diferença estatística do grupo I com os demais grupos ($P < 0,05$). Como já observado com a variável área, o grupo II não apresenta diferença com o grupo III ($P > 0,05$); o

grupo III não apresenta diferença com o grupo IV ($P>0,05$); porém, o grupo II apresenta diferença com o grupo IV ($P<0,05$), devido aos valores absolutos da variável não constarem no mesmo intervalo de confiança. Dentro do conjunto de grupos de V a VIII, temos aumento dos valores de perímetro à medida que se realiza a instrumentação, com valores crescentes do grupo V ao VIII. Observa-se que o grupo V difere do grupo VI, VII e VIII ($P<0,05$), que não apresentam diferença estatística entre si ($p>0,05$). Avaliando comparativamente os conjuntos de grupo (I-IV x V-VIII), os grupos que representam o canal original (I e V) não apresentam diferença estatística ($p>0,05$). Da mesma forma comportam-se os grupos que representam o canal preparado com o instrumento R25 (II e VI) e com os instrumentos #35, grupo III (*taper* 04) e grupo VII (*taper* 02) ($P>0,05$). Como ocorrido em relação à área, o perímetro dos canais radiculares, após o preparo com os instrumentos #40, grupo IV (*taper* 04) e grupo VIII (*taper* 02), apresentou diferença estatística ($P<0,05$) (Gráficos 7A).

Em relação à distância do ápice, os valores médios de perímetro aumentaram, quando se distanciou do ápice, sem diferença estatística entre os milímetros 1 e 2; e, 4 e 5 ($P>0,05$); entretanto com diferença entre o terceiro milímetro e os demais ($P<0,05$) (Gráficos 7B).

Gráfico 7. Distribuição dos valores de perímetro, no intervalo de confiança de 95%. Em (A) distribuição por grupos; (B) Distribuição pelos milímetros apicais.

A correlação entre área e perímetro foi diretamente proporcional, como se pode observar no Gráfico 8.

Gráfico 8. Distribuição dos valores de área e de perímetro, no intervalo de confiança de 95% por grupo e por distância do ápice mostra que as variáveis são diretamente proporcionais.

Análise Morfológica Tridimensional

Os valores absolutos de Volume, Área de Superfície e SMI (Índice de Modelo Estrutural), do canal radicular original e do canal após o preparo biomecânico, estão dispostos na Tabela IV.

Tabela IV. Análise morfológica tridimensional (volume, área de superfície e SMI) dos canais radiculares (média $\pm$ desvio padrão e variação de valores mínimos e máximos).

Parâmetros Tridimensionais						
Complementação <i>Taper</i> 04 (Mtwo)				Complementação <i>Taper</i> 02 (K3)		
Parâmetros	Grupos	Média $\pm$ DP	Variação	Grupos	Média $\pm$ DP	Variação
Volume (mm ³)	G I	2,07 $\pm$ 0,12	1,20 - 3,37	G V	2,22 $\pm$ 0,22	0,99 - 3,34
	G II	4,99 $\pm$ 0,31	2,78 - 7,21	G VI	5,82 $\pm$ 0,35	4,56 - 8,23
	G III	5,35 $\pm$ 0,35	3,37 - 8,23	G VII	5,74 $\pm$ 0,38	4,22 - 8,26
	G IV	5,82 $\pm$ 0,37	3,54 - 9,02	G VIII	6,03 $\pm$ 0,34	4,87 - 8,51
Área de Superfície (mm ²)	G I	22,52 $\pm$ 0,75	17,05 - 27,12	G V	25,52 $\pm$ 1,19	18,54 - 29,61
	G II	31,71 $\pm$ 1,41	20,46 - 41,64	G VI	35,80 $\pm$ 1,34	30,74 - 45,07
	G III	32,33 $\pm$ 1,45	22,64 - 44,92	G VII	35,89 $\pm$ 1,38	29,48 - 45,28
	G IV	34,47 $\pm$ 1,64	22,64 - 47,64	G VIII	36,47 $\pm$ 1,33	31,22 - 45,78
SMI	G I	2,32 $\pm$ 0,07	1,84 - 3,05	G V	2,33 $\pm$ 0,10	1,87 - 2,74
	G II	2,82 $\pm$ 0,05	2,37 - 3,43	G VI	2,93 $\pm$ 0,05	2,66 - 3,22
	G III	2,75 $\pm$ 0,03	2,41 - 2,98	G VII	2,88 $\pm$ 0,06	2,57 - 3,20
	G IV	2,77 $\pm$ 0,05	2,47 - 3,33	G VIII	2,86 $\pm$ 0,06	2,54 - 3,10

De forma geral, as análises morfológicas tridimensionais de volume, área de superfície e SMI (Índice de Modelo Estrutural) do canal radicular, revelaram comportamento semelhante das três variáveis entre os grupos. A análise dos dados dos grupos, de forma vinculada, evidenciou que os grupos, em que os espécimes foram submetidos à complementação com instrumentos *taper* 04, não apresentaram diferença estatística entre GII, GIII e GIV ($P > 0,05$), com diferença, apenas, entre o canal original (GI) ($P < 0,05$). Nos grupos em que os espécimes foram submetidos à complementação com instrumentos *taper* 02, não houve diferença estatística entre

GVI, GVII e GVIII ($P>0,05$), porém há de GV com os demais grupos ($P<0,05$), da mesma forma, com diferença somente no canal radicular original. Quando comparados os conjuntos de grupos (I-IV x V-VIII), nenhum grupo análogo apresentou diferença estatística entre si (GI = GV; GII = GVI; GIII = GVII e GIV = GVIII) ($P>0,05$). Portanto, o volume, a área de superfície e o SMI (Índice de Modelo Estrutural) dos canais radiculares, após o preparo biomecânico com instrumentos *taper* 02 e 04, não apresentaram diferença estatística significativa ($P>0,05$).

Os dados de volume total dos canais, quanto a grupos, mostram aumento significativo do canal original GI ($2,07 \pm 0,12$) e GV ($2,22 \pm 0,22$) para o preparo com o instrumento R25, o GII ($4,99 \pm 0,31$) e o GVI ($5,82 \pm 0,35$). Existe aumento gradual do volume dos canais radiculares, após o preparo com as limas de complementação, porém de forma menos agressiva que o preparo realizado do canal original com a lima R25. Quanto ao conjunto de grupos, não há diferença entre os grupos II ($4,99 \pm 0,31$), III ($5,35 \pm 0,35$) e IV ($5,82 \pm 0,37$) e os grupos VI ($5,82 \pm 0,35$), VII ($5,74 \pm 0,38$) e VIII ($6,03 \pm 0,34$) ($P>0,05$). Analisando os conjuntos de grupos, não há diferença de volume entre os canais complementados pelo *taper* 02 e pelo *taper* 04 ($P>0,05$). O gráfico 9 ilustra esta análise.

Gráfico 9. Distribuição dos valores de volume no intervalo de confiança de 95% quanto a grupos.

Em relação aos grupos, a área de superfície dos canais aumenta, significativamente, do canal original GI ($22,52 \pm 0,75$) e GV ($25,52 \pm 1,19$) para o canal preparado com o instrumento R25, o GII ($31,71 \pm 1,41$) e GVI ($35,80 \pm 1,34$). Existe um aumento gradual da área de superfície dos canais radiculares, após o preparo com as limas de complementação, porém, também de forma menos agressiva que o observado após o preparo do canal original com a lima R25. Quanto ao conjunto de grupos, não houve diferença entre os grupos II ($31,71 \pm 1,41$), III ($32,33 \pm 1,45$), IV ($34,47 \pm 1,64$) e os grupos VI ($35,80 \pm 1,34$), VII ($35,89 \pm 1,38$) e VIII ($36,47 \pm 1,33$) ($P > 0,05$), o que significa não haver diferença estatística da área de superfície entre os canais complementados por *taper* 02 ou 04. Apesar de os valores médios de área de superfície não apresentarem diferença estatística, quando complementados por *taper* 02 ou 04 ($P > 0,05$), os canais que foram complementados com os instrumentos de *taper* 02, apresentam valores, ligeiramente, maiores que dos canais complementados com instrumentos *taper* 04. Tal comportamento justifica-se devido aos valores médios dos canais originais do grupo V ($25,52 \pm 1,19$) serem maiores que do grupo I ($22,52 \pm 0,75$) (Gráfico 10).

Gráfico 10. Distribuição dos valores de área de superfície no intervalo de confiança de 95% quanto a grupos.

Observa-se, quanto aos grupos, que o SMI (Índice de Modelo Estrutural) dos canais aumentaram significativamente do canal original GI ($2,32 \pm 0,07$) e GV ($2,33 \pm 0,10$) para o preparo com o instrumento R25 GII ($2,82 \pm 0,05$) e GVI ($2,93 \pm 0,05$). Logo, o uso da lima R25 modifica, de forma perceptível, a morfologia dos canais, evidenciado pela alteração acentuada dos valores de SMI. Os instrumentos de complementação (grupos III e IV, e VII e VIII) mostraram alterações mais discretas nos valores de SMI, sem diferença estatística quanto ao *taper* utilizado ($P > 0,05$) (Gráfico 11).

Gráfico 11. Distribuição dos valores de SMI no intervalo de confiança de 95% quanto a grupos.

ANÁLISE DO TRANSPORTE DO CANAL RADICULAR

A análise de transporte dos canais radiculares apresentou comportamento semelhante em todos os terços, como também por toda extensão do canal. É perceptível maior transporte do canal original para o preparado com a lima R25, tanto para os canais complementados com instrumentos *taper* 02, como para os complementados por *taper* 04. Após o preparo com o instrumento R25, ambas as complementações não apresentaram diferença estatística entre si, em que o transporte R25 (GII) x 35.04 (GIII) não apresentou diferença estatística com o transporte 35.04 (GIII) x 40.04 (GIV) ($P > 0,05$), que, por sua vez, não apresentou diferença com o transporte de R25 (GVI) x 35.02 (GVII) e de 35.02 (GVII) x 40.02 (GVIII) ($P > 0,05$). Nota-se que o transporte, por toda extensão do canal radicular, foi causado em sua maior dimensão pelo sistema recíprocante com o instrumento R25, e o trajeto, gerado por ele, foi acompanhado pelos instrumentos de complementação.

Canal todo

Para o transporte em todo o comprimento de trabalho, tem-se, nos canais radiculares complementados por *taper* 04, Canal Original x R25 de $0,19 \pm 0,14$ mm e para os complementados com *taper* 02, o valor de $0,16 \pm 0,04$ mm. O transporte de R25 (GII) x 35.04 (GIII) com $0,03 \pm 0,02$ mm se apresentou semelhante, estatisticamente, ao transporte 35.04 (GIII) x 40.04 (GIV) ($P>0,05$) com $0,03 \pm 0,01$ mm, os quais por sua vez, foram iguais, estatisticamente, ao transporte de R25 (GVI) x 35.02 (GVII) com $0,01 \pm 0,00$ mm e de 35.02 (GVII) x 40.02 (GVIII) com $0,01 \pm 0,00$ mm ($P>0,05$) (Gráficos 12,13 e 14).

Gráfico 12. Distribuição dos valores médios e DP de transporte o para canal todo. As letras diferentes significam diferença estatística ($p<0,05$)

Gráfico 13. Representação qualitativa do transporte pelo canal todo dos dentes complementados pelos instrumentos *taper* 02. A linha azul representa o canal original, a linha vermelha representa o canal após o preparo da R25, a linha verde representa o canal preparado após a lima K3 #35.02 e a linha amarela representa o canal após o preparo com a lima K3 #40.02.

Gráfico 14. Representação qualitativa do transporte pelo canal todo dos dentes complementados pelos instrumentos *taper* 04. A linha azul representa o canal original, a linha vermelha representa o canal após o preparo da R25, a linha verde representa o canal preparado após a lima Mtwo #35.04 e a linha amarela representa o canal após o preparo com a lima Mtwo #40.04.

Terço Cervical

Para o transporte do terço cervical, há nos canais complementados por *taper* 04, Canal Original x R25 de $0,16 \pm 0,13$ mm, e para os complementados com *taper* 02, o valor de $0,10 \pm 0,04$ mm. O transporte de R25 (GII) x 35.04 (GIII) com $0,04 \pm 0,02$ mm se apresentou igual estatisticamente, ao transporte 35.04 (GIII) x 40.04 (GIV) com $0,04 \pm 0,01$ mm ($P>0,05$), os quais por sua vez, foram semelhantes, estatisticamente, ao transporte de R25 (GVI) x 35.02 (GVII) com $0,01 \pm 0,00$ mm e de 35.02 (GVII) x 40.02 (GVIII) com $0,01 \pm 0,01$ mm ($P>0,05$) (Gráficos 15,16 e 17).

Gráfico 15. Distribuição dos valores médios e DP do transporte pelo terço cervical. As letras diferentes significam diferença estatística ($p<0,05$)

Gráfico 16. Representação qualitativa de transporte do terço cervical dos dentes complementados pelos instrumentos *taper* 02. A linha azul representa o canal original, a linha vermelha representa o canal após o preparo da R25, a linha verde representa o canal preparado após a lima K3 #35.02 e a linha amarela representa o canal após o preparo com a lima K3 #40.02.

Gráfico 17. Representação qualitativa de transporte do terço cervical dos dentes complementados pelos instrumentos *taper* 04. A linha azul representa o canal original, a linha vermelha representa o canal após o preparo da R25, a linha verde representa o canal preparado após a lima Mtwo #35.04 e a linha amarela representa o canal após o preparo com a lima Mtwo #40.04.

Terço Médio

Para o transporte do terço médio, há, nos canais complementados por *taper* 04, Canal Original x R25 de $0,19 \pm 0,16$ mm e para os complementados com *taper* 02, o valor de $0,16 \pm 0,06$ mm. O transporte de R25 (GII) x 35.04 (GIII) com $0,01 \pm 0,01$ mm se apresentou semelhante ao transporte 35.04 (GIII) x 40.04 (GIV) com $0,01 \pm 0,01$ mm ($P > 0,05$), os quais por sua vez, foram semelhantes ao transporte de R25 (GVI) x 35.02 (GVII) com $0,01 \pm 0,01$ mm e de 35.02 (GVII) x 40.02 (GVIII) com $0,01 \pm 0,01$ mm ($P > 0,05$) (Gráficos 18, 19 e 20).

Gráfico 18. Distribuição dos valores médios e DP do transporte pelo terço médio. As letras diferentes significam diferença estatística ($p < 0,05$)

Gráfico 19. Representação qualitativa de transporte do terço médio dos dentes complementados pelos instrumentos *taper* 02. A linha azul representa o canal original, a linha vermelha representa o canal após o preparo da R25, a linha verde representa o canal preparado após a lima K3 #35.02 e a linha azul representa o canal após o preparo com a lima K3 #40.02.

Gráfico 20. Representação qualitativa de transporte do terço cervical dos dentes complementados pelos instrumentos *taper* 04. A linha azul representa o canal original, a linha vermelha representa o canal após o preparo da R25, a linha verde representa o canal preparado após a lima Mtwo #35.04 e a linha amarela representa o canal após o preparo com a lima Mtwo #40.04.

Terço apical

Para o transporte apical, há, nos canais complementados por *taper* 04, Canal Original x R25 de $0,22 \pm 0,15$ mm e para os complementados com *taper* 02, o valor de $0,21 \pm 0,04$ mm. O transporte de R25 (GII) x 35.04 (GIII) com $0,02 \pm 0,01$ mm se apresentou semelhante ao transporte 35.04 (GIII) x 40.04 (GIV) com $0,02 \pm 0,01$ mm ($P > 0,05$), os quais por sua vez, foram semelhantes ao transporte de R25 (GVI) x 35.02 (GVII) com $0,01 \pm 0,00$ mm e de 35.02 (GVII) x 40.02 (GVIII) com $0,01 \pm 0,00$ mm ($P > 0,05$) (Gráficos 21, 22 e 23).

Gráfico 21. Distribuição dos valores médios e DP do transporte pelo terço apical. As letras diferentes significam diferença estatística ($p < 0,05$).

Gráfico 22. Representação qualitativa de transporte do terço apical dos dentes complementados pelos instrumentos *taper* 02. A linha azul representa o canal original, a linha vermelha representa o canal após o preparo da R25, a linha verde representa o canal preparado após a lima K3 #35.02 e a linha azul representa o canal após o preparo com a lima K3 #40.02.

Gráfico 23. Representação qualitativa de transporte do terço apical dos dentes complementados pelos instrumentos *taper* 04. A linha azul representa o canal original, a linha vermelha representa o canal após o preparo da R25, a linha verde representa o canal preparado após a lima Mtwo #35.04 e a linha amarela representa o canal após o preparo com a lima Mtwo #40.04.

Os valores absolutos de transporte do canal radicular, por terço e pelo comprimento de trabalho, estão dispostos na Tabela V (complementados por *taper* 04) e VI (complementados por *taper* 02).

Tabela V. Análise de transporte (por terços e por todo comprimento de trabalho) dos canais radiculares (média $\pm$ desvio padrão e variação de valores mínimos e máximos).

Canais complementados por taper 04 (Mtwo)			
Região	Grupos	Média $\pm$ DP (mm)	Variação
Canal Todo	Original (G1) x R25(G2)	0,19 $\pm$ 0,14	0,09 - 0,76
	R25(G2) x #35.04(G3)	0,03 $\pm$ 0,02	0,01 - 0,07
	#35.04(G3) x #40.04(G4)	0,03 $\pm$ 0,01	0,02 - 0,06
	Original (G1) x #40.04(G4)	0,21 $\pm$ 0,14	0,09 - 0,76
Terço Cervical	Original (G1) x R25(G2)	0,16 $\pm$ 0,13	0,04 - 0,67
	R25(G2) x #35.04(G3)	0,04 $\pm$ 0,02	0,01 - 0,09
	#35.04(G3) x #40.04(G4)	0,04 $\pm$ 0,01	0,02 - 0,07
	Original (G1) x #40.04(G4)	0,17 $\pm$ 0,13	0,04 - 0,67
Terço Médio	Original (G1) x R25(G2)	0,19 $\pm$ 0,16	0,09 - 0,79
	R25(G2) x #35.04(G3)	0,04 $\pm$ 0,02	0,01 - 0,08
	#35.04(G3) x #40.04(G4)	0,04 $\pm$ 0,02	0,02 - 0,08
	Original (G1) x #40.04(G4)	0,22 $\pm$ 0,15	0,11 - 0,79
Terço apical	Original (G1) x R25(G2)	0,22 $\pm$ 0,15	0,10 - 0,81
	R25(G2) x #35.04(G3)	0,02 $\pm$ 0,01	0,01 - 0,05
	#35.04(G3) x #40.04(G4)	0,02 $\pm$ 0,01	0,01 - 0,06
	Original (G1) x #40.04(G4)	0,24 $\pm$ 0,15	0,13 - 0,81

Tabela VI. Análise de transporte (por terços e por todo comprimento de trabalho) dos canais radiculares (média $\pm$ desvio padrão e variação de valores mínimos e máximos).

Canais complementados por taper 02 (K3)			
Região	Grupos	Média $\pm$ DP (mm)	Variação
Canal Todo	Original (G5) x R25(G6)	0,16 $\pm$ 0,04	0,12 - 0,25
	R25(G6) x #35.02(G7)	0,01 $\pm$ 0,00	0,01 - 0,02
	#35.02(G7) x #40.02(G8)	0,01 $\pm$ 0,00	0,01 - 0,02
	Original (G5) x #40.02(G8)	0,15 $\pm$ 0,04	0,11 - 0,25
Terço Cervical	Original (G5) x R25(G6)	0,10 $\pm$ 0,04	0,07 - 0,19
	R25(G6) x #35.02(G7)	0,01 $\pm$ 0,00	0,01 - 0,02
	#35.02(G7) x #40.02(G8)	0,01 $\pm$ 0,01	0,01 - 0,03
	Original (G5) x #40.02(G8)	0,11 $\pm$ 0,04	0,07 - 0,20
Terço Médio	Original (G5) x R25(G6)	0,16 $\pm$ 0,06	0,10 - 0,27
	R25(G6) x #35.02(G7)	0,01 $\pm$ 0,01	0,01 - 0,04
	#35.02(G7) x #40.02(G8)	0,01 $\pm$ 0,01	0,00 - 0,02
	Original (G5) x #40.02(G8)	0,15 $\pm$ 0,05	0,10 - 0,26
Terço apical	Original (G5) x R25(G6)	0,21 $\pm$ 0,04	0,13 - 0,29
	R25(G6) x #35.02(G7)	0,01 $\pm$ 0,00	0,01 - 0,02
	#35.02(G7) x #40.02(G8)	0,01 $\pm$ 0,00	0,00 - 0,02
	Original (G5) x #40.02(G8)	0,20 $\pm$ 0,05	0,12 - 0,28

Analisando, comparativamente, o transporte entre terços, há valores ligeiramente superiores para as complementações com instrumentos *taper* 04 que para os canais complementados com instrumentos *taper* 02, porém, sem diferença estatística entre todos os terços, e entre as diferentes complementações, em cada terço ($P>0,05$). (Gráfico 24).

Gráfico 24. Distribuição dos valores médios e DP do transporte por terços em relação a complementação.

Discussão

A falta de conhecimento da anatomia interna e externa dos dentes, da habilidade no manejo e conhecimento dos instrumentos endodônticos, ou, simplesmente, descuido e negligência do operador, pode gerar consequências indesejáveis durante o preparo biomecânico (PÉCORA et al., 1986, 1990, 1993, 1998).

Diversos métodos de pesquisa têm sido utilizados para estudo da anatomia interna dos dentes e dos efeitos gerados pelo preparo biomecânico (FREIRE et al, 2012). As metodologias têm-se desenvolvido, notavelmente, buscando técnicas que apresentem segurança e eficiência na instrumentação (HARTMANN et al, 2007).

Dentre os métodos de análises mais utilizados, na atualidade, as radiografias convencionais e digitais exercem papel importante nos estudos morfológicos, podendo ser utilizadas para análises como números de raízes, de canais, de curvatura e de calcificações, porém são representações bidimensionais de estruturas tridimensionais, em que características clínicas, anatômicas e biológicas podem ser interpretadas de forma inadequada (ESTRELA et al, 2008; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012). Dessa forma, os resultados finais das análises realizadas por estes métodos podem ter a confiabilidade questionada, quando comparados a análises realizadas por métodos tridimensionais.

Atualmente, a microtomografia computadorizada tem se mostrado a forma mais promissora na investigação de detalhes morfológicos, adicionando informações relevantes à micromorfologia dos canais radiculares (SOMMA et al, 2009; PETERS, PAQUÉ, 2011; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2013). A microtomografia computadorizada possui algumas vantagens em relação aos demais métodos de análise, como: alta resolução; mínima distorção da anatomia interna; possibilidade de observação da anatomia

interna e externa simultaneamente; proporciona a coleta de dados em estruturas intactas, de forma precisa, não invasiva e não destrutiva, permite gerar imagens e modelos tridimensionais, em que os modelos gerados podem ser visualizados em 360°; pode ter áreas de interesse magnificadas; pode ter aplicação de cor, luz e textura nas imagens e modelos, de forma a proporcionar melhor avaliação qualitativa e quantitativa da anatomia interna e externa dos dentes, e dos efeitos gerados pelos instrumentos após o preparo biomecânico (RHODES et al, 2000; YANG et al, 2011; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012).

Ainda que a microtomografia seja a forma mais promissora na investigação da morfologia dos canais radiculares atualmente, é um método viável apenas em análises “ex vivo”.

Oposto ao principal foco de uso da microtomografia na endodontia, que é em análises morfométricas “ex vivo”, a tomografia computadorizada (*Cone Beam*) apresenta grande aplicabilidade clínica. Apesar da tomografia (*Cone Beam*) ser um método de análise não destrutivo, a resolução disponível por este método ainda é menor que a da microtomografia, portanto a reconstrução da anatomia interna dos canais se torna menos precisa (SWAIN, XUE, 2009).

Mesmo que o uso da microtomografia seja viável apenas em análises “ex vivo”, sem possibilidade de aplicação no dia-a-dia clínico, os estudos tridimensionais dos sistemas de canais radiculares podem ter grande desempenho pré-clínico, em que, estudantes, profissionais e pesquisadores podem adquirir conhecimento aprofundado da anatomia interna e externa dos dentes, antes de atuarem clinicamente (VANNIER et al, 1995; GIANULA et al, 2006).

Determinou-se para o presente estudo, molares inferiores que apresentassem dois canais curvos independentes e forames também

independentes. Para seleccioná-los, a metodologia exigiu diversos passos até a seleção final da amostra. Os dentes obtidos passaram por avaliação clínica e radiográfica, no qual foram selecionados dentes isentos de nódulos pulpare, reabsorção interna, tratamento endodôntico prévio, fratura radicular e dentro do padrão de severidade de ângulo (SCHNEIDER, 1971) e raio de curvatura (LOPES & ESTRELA, 1998). O passo seguinte consistiu na padronização dos canais quanto à configuração e número. Com a análise dos dentes em tomógrafo *cone beam*, foram obtidos dentre os 138 dentes pré-selecionados pelos padrões de raio e ângulo, 75 dentes com dois canais e forames independentes. O estudo microtomográfico reduziu a amostra de 75 para 15 dentes, dentro deste padrão. Devido à melhor resolução e qualidade de análise, foi possível detectar a presença de istimos e comunicações entre os dois canais mesiais, que não foram evidenciados no exame tomográfico *cone beam*.

A padronização de amostras, dentro de uma complexa variedade morfológica dos canais radiculares, é extremamente difícil (VERSIANI et al, 2008; BÜRKLEIN et al, 2012). A condição anatômica preconizada para o presente estudo gerou notável dificuldade quanto à seleção da amostra, devido ao fato de ser uma configuração específica de canais radiculares, partindo de 393 dentes para obtenção de 15 dentro do padrão morfológico proposto. Nossos achados anatômicos ratificam os de PLOTINO et al (2006), que presumiu ser a maioria desses dentes portadores de um único canal mesial achatado, ao invés de dois separados.

O conhecimento da anatomia interna dos dentes, especificamente de canais curvos, permite um planejamento mais preciso do preparo biomecânico do canal radicular, de forma a minimizar os impactos causados pela anatomia e limitações dos instrumentos endodônticos (FREIRE et al, 2011).

Recentemente, dois importantes sistemas de instrumento único foram lançados no mercado internacional, que defendem o conceito de reciprocidade, o Reciproc® (VDW, Munique, Alemanha) e o WaveOne® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Estes instrumentos têm sido amplamente pesquisados e difundidos para uso clínico.

Autores como BERUTTI et al, YOU et al, 2011; BÜRKLEIN et al, 2012; PARK et al, KIM et al, 2013, preconizaram, em seus estudos, o uso de instrumentos reciprocantes com ponta #25 para o preparo de canais mesiais de molares inferiores curvos. Porém, o diâmetro anatômico destes canais, muitas vezes, é superior a 250 micrometros, e, portanto, eles requerem limpeza superior, como já relatado por autores como KEREKES, TRONSTAND, 1977; WU et al, 2002; VANNI, PÉCORA, CAPELLI, 2005; PÉCORA, CAPELLI, 2006. Neste ponto fundamenta-se o presente estudo, pois a limpeza promovida na região apical pelos instrumentos reciprocantes #25, pode ser insuficiente, devido à necessidade de limpeza superior a 250 micrometros destes canais nesta região.

As análises morfométricas foram realizadas com o intuito de avaliar o uso de um sistema reciprocante, o Reciproc® - R25, complementado por dois sistemas rotatórios disponíveis no mercado atualmente, um de *taper* 04 (Mtwo) e outro *taper* 02 (K3), e verificar quais alterações morfológicas seriam proporcionadas aos canais radiculares por estes instrumentos, e compará-las entre si.

Os resultados da análise morfométrica bidimensional evidenciaram que a área e o perímetro apresentaram aumento gradual a cada milímetro avaliado, partindo do primeiro milímetro apical. Da mesma forma, houve aumento gradual de área e de perímetro a cada troca de instrumento, conforme se realizava o preparo biomecânico dentro dos conjuntos de grupos. De acordo com os resultados, o

instrumento reciprocante R25 foi o que apresentou aumento mais significativo de área e de perímetro após o preparo ($P < 0,05$).

Os valores de área aumentaram, significativamente, após o preparo do canal original pelo instrumento R25 ($P < 0,05$). A diferença da área se intensificou, ainda mais, conforme se distanciava do ápice, devido ao fato da R25 ser um instrumento com ponta #25 e conicidade 0.08 mm/mm nos primeiros milímetros do instrumento, apresentando, assim, um aumento de diâmetro significativo a cada milímetro que se distancia da ponta.

Os canais preparados com os instrumentos #35 apresentaram aumento de área menos significativo quando comparado com o aumento proporcionado pelo instrumento R25 ($P > 0,05$). Considerando a conicidade do instrumento R25 e o desgaste de dentina proporcionado por ele nas paredes dos canais, os instrumentos #35, que apresentam conicidades menores, agem de forma mais amena, removendo, proporcionalmente, menos dentina e aumentando, mais suavemente, a área interna do canal, pois a flexibilidade é inversamente proporcional à conicidade dos instrumentos.

Após a ação da lima R25 e dos instrumentos #35, os instrumentos #40 também fizeram remoção de dentina, de forma menos intensa, e o aumento de área se tornou mais branda.

Tanto nos instrumentos #35, como nos #40, os valores médios de área foram maiores para os instrumentos *taper* 04 (Mtwo), pois são instrumentos mais cônicos que os de *taper* 02 (K3) e se tornam mais calibrosos, conforme se distanciam do primeiro milímetro da ponta do instrumento.

Quanto ao *taper*, não houve diferença nos valores de área após o preparo com os instrumentos #35 ($P > 0,05$), porém houve com os instrumentos #40 ($P < 0,05$),

em que os valores foram superiores após os preparos com instrumentos *taper* 04. O fato de essa diferença ocorrer somente nos instrumentos #40, se deve a esses instrumentos serem mais calibrosos na ponta e se tornarem ainda mais no decorrer da parte ativa quando se aumenta o *taper*, tornando-os menos flexíveis, exercendo, portanto, mais pressão nas paredes dos canais, removendo mais dentina e aumentando mais a área.

A análise dos dados de perímetro, em relação aos grupos, mostra exatamente o mesmo comportamento observado na variável área. Os dados morfológicos bidimensionais mostraram que a área e o perímetro foram diretamente proporcionais e, muito provavelmente, os resultados se assemelharam devido às dimensões e conformações geométricas dos instrumentos.

As análises morfológicas tridimensionais de volume, área de superfície e SMI (Índice de Modelo Estrutural) do canal radicular, revelaram comportamento semelhante entre os grupos, ou seja, houve aumento gradual das três variáveis tridimensionais a cada troca de instrumento de acordo que se realizava o preparo biomecânico dentro dos conjuntos de grupos, e que as alterações morfológicas foram mais significativas após o preparo realizado pelo instrumento recíprocante R25 ($P < 0,05$). As alterações morfológicas proporcionadas pelos instrumentos de complementação não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$), ou seja, tanto faz a utilização dos instrumentos Mtwo (*taper* 04), como os K3 (*taper* 02), para este fim, uma vez que o desgaste foi promovido pela ação do instrumento R25.

Tanto as análises bidimensionais, como as tridimensionais apresentaram maiores alterações morfológicas após o preparo com o instrumento R25 ($P < 0,05$). Nos estudos tridimensionais, devido ao fato de este instrumento apresentar grande conicidade, e as análises serem realizadas por toda extensão do canal, este

instrumento promoveu maior remoção de dentina desde a porção cervical até a apical. Assim, salienta-se que o instrumento reciprocante R25 foi responsável pela maior parte das alterações morfológicas ($P<0,05$). Os instrumentos de complementação tiveram ação na porção apical e nas paredes anticurvatura dos canais radiculares, como se observa nas figuras 17 (A, B, C), 18 (A, B e C), 19 (A, B e C) e 20 (A, B e C).

O SMI (Índice de Modelo Estrutural) envolve a mensuração da convexidade da superfície de um sólido. Originalmente, este índice foi desenvolvido para avaliar trabeculados ósseos, porém, na endodontia, tem sido utilizado para mensuração da convexidade do canal radicular (PETERS et al, 2001; PAQUÉ, GANAHL, PETERS, 2009; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, YOU et al, 2011, VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012; KIM et al, 2013). Seus valores variam de 0 a 4, sendo que os valores 0, 3 e 4 correspondem, respectivamente, a um plano, a um cilindro e a uma esfera regular. No presente estudo obtiveram-se os seguintes valores para SMI: canais originais GI (2,32) e GV (2,33); canais preparados com o instrumento R25 GII (2,82) e GVI (2,93); canais preparados com os instrumentos #35 GIII (2,75) e GVII (2,88) e os canais preparados com os instrumentos #40 GIV (2,77) e GVIII (2,86) (ver Tabela IV). O uso da lima R25 modifica, de forma perceptível, a morfologia dos canais, que é evidenciada pela alteração acentuada dos valores de SMI do canal original para o canal após o preparo com este instrumento ($P<0,05$). Os instrumentos de complementação mostraram alterações mais discretas nos valores de SMI, com valores até menores que os obtidos após o preparo com a R25 e sem diferença estatística ($P>0,05$). Os valores de SMI foram maiores após o preparo com a R25, indicando que o canal tornou-se mais cilíndrico do ponto de vista tridimensional (VERSIANI, 2012). Após o preparo com as limas de complementação,

os valores apresentaram pequena queda, devido ao desgaste de dentina ser promovido na porção apical e nas paredes anticurvatura, tornando assim, o canal ligeiramente mais cônico.

Os achados encontrados nas análises morfométricas bidimensionais e tridimensionais não foram concordantes com os resultados obtidos por YOU et al, (2011), em um estudo similar.

Pouco se encontra na literatura sobre estudos que avaliam o transporte causado em canais curvos por instrumentos reciprocantes associado a instrumentos rotatórios. No presente estudo, o desvio dos canais radiculares foi mensurado por terços (apical, médio e cervical) e por todo comprimento de trabalho, e analisados por meio de microtomografia computadorizada, método já explorado em pesquisas (BERGMANS, PETERS, 2001; FREIRE et al, PAQUÉ, VILLAS-BOAS, YANG et al, 2011; FREIRE et al, KIM et al, VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2012, VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2013).

A mensuração de transporte foi realizada a partir dos valores dos centróides (ponto no interior de uma forma geométrica que define o seu centro geométrico), que permitiu a criação de um sistema de coordenadas tridimensionais (ou sistema cartesiano tridimensional), possível de ser avaliado com o programa CTAn.

A análise evidenciou que o transporte foi causado, em maior magnitude, pelo instrumento Reciproc® R25 ($P < 0,05$), e os demais instrumentos, tanto *taper* 02 como *taper* 04, acompanharam o trajeto gerado por ele. Não houve diferença entre os dois sistemas rotatórios utilizados para a complementação ($P > 0,05$), ou seja, o *taper* não influenciou o transporte após o preparo com o instrumento reciprocante.

Os achados encontrados foram concordantes com os de FERREIRA et al, (2013), e estão em desacordo com os de YOU et al, (2011), BÜRKLEIN et al, (2012

e 2013) e KIM et al, (2013).

Nosso resultados consolidam os dados obtidos por SCHÄFER et al (2006), que afirmam não ser indicado o uso de instrumentos com grandes conicidades para o alargamento apical em canais curvos, pois são consideravelmente mais rígidos e podem causar transporte nessa região.

O presente estudo utilizou para as análises morfométricas de transporte, dentes extraídos, pois apresentam, como vantagem, possibilitar a reprodutibilidade das condições clínicas (VERSIANI et al, 2008; VERSIANI, PÉCORA, SOUSA-NETO, 2013).

Há, disposto na literatura, diversos métodos para a investigação do transporte apical do canal radicular como, por exemplo, sobreposição de imagens radiográficas antes e após a instrumentação (IQBAL, VANNI, 2004; GUELZOW, VELTRI, 2005); sistema de muflas (GUELZOW, PAQUÉ, 2005); e tomografia computadorizada (RHODES et al, 2000; GARIP, GÜNDAY, GLUSKIN 2001; PETERS, 2004; PAQUÉ, MUSCH, HÜLSMANN, TAŞDEMİR et al, 2005; VERSIANI et al, 2008).

Atualmente, o tratamento endodôntico de canais com curvatura acentuada não é um fator tão limitante no preparo biomecânico, entretanto é necessário que se devolvam instrumentos que proporcionem, além de agilidade, confiança e rapidez, também favoreçam a limpeza e a manutenção da micromorfologia dos canais radiculares durante o tratamento.

Conclusão

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos, pode-se concluir que:

1 – A microtomografia computadorizada foi uma ferramenta fundamental para a seleção do grupo amostral, bem como para o estudo da anatomia interna dos dentes e as alterações morfológicas geradas pelos instrumentos.

2 – A análise morfométrica bidimensional mostrou que a área e o perímetro tiveram aumento gradual a cada milímetro avaliado, partindo do primeiro milímetro apical. Houve também aumento gradual das variáveis a cada troca de instrumento, conforme se realizava o preparo biomecânico dentro dos conjuntos de grupos. O aumento de área e de perímetro foi diretamente proporcional e sempre maior após o preparo do canal original com instrumento R25 ($P < 0,05$), seguido pelo preparo com os instrumentos #35 (*taper* 02 e *taper* 04) e #40 (*taper* 02 e *taper* 04), sem diferença estatística entre si ($P < 0,05$).

3 – As análises morfológicas tridimensionais mostraram comportamento semelhante entre as variáveis volume, área de superfície e SMI do canal radicular. Houve sempre aumento significativo nos valores das três variáveis após o preparo com o instrumento R25 ($P < 0,05$), e, menos significativo após o preparo biomecânico com os instrumentos de complementação *taper* 02 e 04, que não apresentaram diferença estatística entre si ($P > 0,05$).

4 – A análise de transporte dos canais radiculares apresentou comportamento semelhante entre todos os terços, bem como por toda extensão do canal. Os maiores valores de transporte foram sempre obtidos após o preparo pelo sistema recíprocante (R25), e o trajeto gerado por ele, acompanhado pelos instrumentos de complementação (*taper* 02 e *taper* 04) ($P > 0,05$).

5 – A análise das alterações bi, tridimensional e de transporte em canais curvos, mostrou que o instrumento reciprocante R25 proporcionou maiores alterações morfológicas que os instrumentos utilizados para complementação.

Referências

ABOU-RASS, M.; FRANK, A.L.; GLICK, D.H. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **J Am Dent Assoc**, v. 101, n. 5, p 792-794, 1980.

ABOU-RASS, M.; JASTRAB, R.J. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. **J Endod**, v. 8, n. 2, p. 78-82, 1982.

BAUMANN, M.A. Nickel-titanium: options and challenges. **Dent Clin North Am**, v. 48, n. 1, p. 55-67, 2004.

BERGMANS, L.; VAN-CLEYNENBREUGEL, J.; WEVERS, M.; LAMBRECHTS, P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. **Int Endod J**, v. 34 , n. 5, p.390–398, 2001.

BERUTTI, E.; CHIANDUSSI, G.; PAOLINO, D.S.; SCOTTI, N.; CANTATORE, G.; CASTELLUCCI, A.; PASQUALINI, D. Effect of Canal Length and Curvature on Working Length Alteration with WaveOne Reciprocating Files. **J Endod**, v. 37, n. 12, p. 1687-1690, 2011.

BUCHANAN, L. S. The art of endodontics: cleaning and shaping the root canal system. **Dent Today**, v. 13, n. 3, 1994.

BÜRKLEIN, S.; HINSCHITZA, K.; DAMMASCHKE, T.; SCHAFER, E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two sing-file system in severely curved root canals of extract teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. **Int Endod J**, v. 45, n.1, p. 449-461, 2012.

BÜRKLEIN, S.; BENTEN, S.; SCHÄFER, E. Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod J**, v. 46, n. 6, p. 590-597, 2013.

CALHOUN, G. MONTGOMERY, S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. **J Endod**, v. 14, n. 6, p. 273-277, 1988.

ÇELİK, D.; TAŞDEMİR, T.; ER, K. Comparative study of 6 rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation in severely curved root canals of extracted teeth. **J Endod**, v.39, n. 2, p. 278-282, 2013.

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

CIVJAN, S.; HUGET, E.F.; DESIMON, L.B. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. **J Dent Res**, v. 54, n. 1, p. 89-96, 1975.

COFFAE, K.P.; BRILLIANT, J.D. The effect of serial preparation versus nonserial preparation of tissue removal in the root canals of extracted mandibular molars. **J Endod**, v.1, n. 6, p. 211-214, 1975.

DAVIS, S.R.; BRAYTON, S.M.; GOLDMAN M. The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 34, n. 4, p. 642-648, 1972.

DE ALENCAR, A. H.; DUMMER, P.M.; OLIVEIRA, H.C; PÉCORA, J.D.; ESTRELA, C. Procedural errors during root canal preparation using rotary NiTi instruments detected by periapical radiography and cone beam computed tomography. **Braz Dent J**, v.21, n.6, p. 543-549, 2010.

DE DEUS, Q. D. **Endodontia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992.

DE-DEUS, G.; MOREIRA, E.J.; LOPES, H.P.; ELIAS, C.N. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. **Int Endod J**, v.43, n. 12, p. 1063-1068, 2010.

ELDEEB, M.E.; BORAAS, J.C. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. **Int Endod J**. v. 18. n. 1, p. 1-7, 1985.

ESTRELA, C.; BUENO, M.R.; SOUZA NETO, M.D.; PÉCORA, J.D. Method for Determination of Root Curvature Radius using Cone-Beam Computed Tomography Images. **Braz Dent J**, v. 19, p. 114-118, 2008.

ESTRELA, C.; CURY, A.A.D. Evaluation of scientific merit. **Braz oral res**, v. 27, n. 4, p. 297-298, 2013.

FERREIRA, M.M.; REBELO, D.; CAMELO, F.; CARRILHO, E.; LOUREIRO, M. In vitro evaluation of wear and canal transportation using reciprocating instruments: RECIPROC® vs WaveOne® files. **Rev port estomatol med dent cir maxilofac**, v. 54, n. 3, p. 117–123, 2013.

FIFE, D.; GAMBARINI, G.; BRITTO, L.R.L. Cyclic fatigue testing of ProTaper NiTi rotary instruments after clinical use. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 97, n. 2, p. 251–256, 2004.

FREIRE, L.G.; GAVINI, G.; BRANCO-BARLETTA, F.; SANTOS, M.D. Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 112, n. 6, p. 143-148, 2011.

FREIRE, L.G.; GAVINI, G.; CUNHA, R.S.; SANTOS, M.D. Assessing apical transportation in curved canals: comparison between cross-sections and micro-computed tomography. **Braz Dent J**, v. 26, n. 3, p. 222-227, 2012.

GAMBARINI, G.; GRANDE, N.M.; PLOTINO, G. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. **J Endod**, v. 34, n. 8, p. 1003-1005, 2008.

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**, v. 34, n. 6, p. 452-457, 2001.

GAVINI, G.; CALDEIRA, C.L.; AKISUE, E.; CANDEIRO, G.T.; KAWAKAMI, D.A. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. **J Endod**, v. 38, n.5, p.684-687, 2012.

GERGI, R.R.; JEILY, J.; SADER, J; NAAMAN, A. Comparison of canal transportation and centering ability of Twisted File , Pathfile Protaper system, abd stainless steel hand K- files by using computed tomography. **J Endod**, v.36, n. 5, p. 904-907, 2010.

GIANLUCA, P.; NICOLA, M.G.; PECCI, R.M.S.; ROSSELLA, B.M.S.; CORNELIS, H.P.; SOMMA, F. Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. **J Am Dent Assoc**, n. 11, v. 137, p. 1555-1561, 2006.

GLUSKIN, A.H.; BROWN, D.C.; BUCHANAN, L.S. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. **Int Endod J**, v. 34, n. 6, p. 476-484, 2001.

GLUSKIN, A.H. Anatomy of an overfill: a reflection on the process. **Endod Top**, v. 16, n. 1, p. 64-81, 2007.

GRIFFITHS, I. T.; CHASSOT, A. L.; NASCIMENTO, M. F.; BRYANT, S. T.; DUMMER, P. M. Canal shapes produced sequentially during instrumentation with Quantec SC rotary NiTi instruments: a study in simulated canals. **Int. Endod. J**, v. 34, n. 2, p. 107-112, 2001.

GUELZOW, A.; STAMM, O.; MARTUS, P.; KIELBASSA, A.M. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. **Int Endod J**, v.38, n.10, p. 743-752, 2005.

GUTIÉRREZ, J.H.; GARCÍA, J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 25, n.1, p.108-116, 1968.

HAMZE, F.; HONARDAR, K.; NAZARIMOGHADAM, K. Comparison of Two Canal Preparation Techniques Using Mtwo Rotary Instruments. **Iran Endod J**, v. 6, n. 4, p. 150-154, 2011.

HARTMANN, M.S.; BARLETTA, F.B.; FONTANELLA, V.R.C.; VANNI, J.R. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. **J Endod**, v. 33, n. 8, p. 962-965, 2007.

IQBAL, M.K.; FIRIC, S.; TULCAN, J.; KARABUCAK, B.; KIM, S. Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper NiTi rotary instruments. **Int Endod J**, v. 37, n. 6, p. 359-64, 2004.

INGLE, J.I. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. **Oral Surg, Oral Med, Oral Path**, v. 14, p. 83-91, 1961.

JOHNSON, E.; LLOYD, A.; KUTTLER, S.; NAMEROW, K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. **J Endod**, v. 34, n. 11, p. 1406-1409, 2008.

KARTAL, N.; YANICOĞLU, F.C. Root canal morphology of mandibular incisors. **J Endod**, v. 18, n. 11, p.562-564, 1992.

KAZEMI, R.R.; STENMAN, E.; SPÅNGBERG, L.S. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 81, n. 5, p. 596-602, 1996.

KEREKES, K.; TRONSTAD, L. Morphometric observations on the root canals of human molars. **J Endod**, v. 3, n. 3, p. 114-118, 1977.

KIM, H.C.; KWAK, S.W.; CHEUNG, G.S.; KO, D.H.; CHUNG, S.M.; LEE, W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in

reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. **J Endod**, v. 38, n. 4, p. 541-544, 2012.

KIM, H.C.; HWANG, Y.J.; JUNG, D.W.; YOU, S.Y.; LEE, W. Micro-computed tomography and scanning electron microscopy comparisons of two nickel-titanium rotary root canal instruments used with reciprocating motion. **Scanning**, v. 35, n. 2, p.112-118, 2013.

LARSEN, C.M.; WATANABE, I.; GLICKMAN, G.N.; HE, J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotatory instruments. **J Endod**, v. 35, n. 3, p. 401-403, 2009.

LEONI, G.B.; VERSIANI, M.A.; PÉCORA, J.D.; SOUSA-NETO, M.D. Micro-computed Tomographic Analysis of the Root Canal Morphology of Mandibular Incisors. **J Endod**. DOI: 10.1016/j.joen.2013.09.003.

LIM, Y.J.; PARK, S.J.; KIM, H.C.; MIN, K.S. Comparison of the centering ability of Wave One and Reciproc nickel-titanium instruments in simulated curved canals. **Restor Dent Endod**, v. 38, n.1, p.21-25, 2013.

LOPES, H. P ;ELIAS, C. N.; ESTRELA, C.; SIQUEIRA JR, J. F. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. **Braz Dent J**, v. 9, n.1, p. 39-45, 1998.

LOPES HP, SIQUEIRA JF Jr (2004). Instrumentos Endodônticos.in:Lopes HP, Siqueira JF Jr. Endodontia: biologia e técnica. Rio de Janeiro. MEDSI, 323-417.

LOPES, H.P; SIQUEIRA Jr, J.F. Endodontia. Biologia e tecnica: Rio de Janeiro: Medsi; 2010.

MALAGINO, V.A; GRADE, N.M; PLOTINO, G; SOMMA, F. The Mtwo NiTi rotary system for root canal preparation. **Ind Gr**, v.3, n.1, p. 67-70, 2006.

MARSHALL, F. J.; PAPPIN, J. A crown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. **Technique manual. Portland**, 1980.

MARZOUK, A. M.; GHONEIM, A. G. Computed Tomographic Evaluation of Canal Shape Instrumented by Different Kinematics Rotary Nickel-Titanium Systems. **J Endod**, v. 39, n. 7, p. 906-909, 2013.

MCSPADDEN J. Multiphase gutta-percha obturation technique. **Dent Econ**. v. 83, n. 9, p. 95-97, 1993.

MORGAN, L.F.; MONTGOMERY, S. An evaluation of crown-down pressureless technique. **J Endod**, v.10, n.10, p. 491-498, 1984.

MORTMAN, R. E. Technology advances in endodontics. **Dent Clin North Am**, v.55, n.3, p. 461-480, vii-viii, 2011.

MULLANEY, T.P.; PETRICK, J.D. The ledge root canals: cause, prevention and correction. **J Ky Dent Ass**, v.20, n.1, p. 15-18, 1968.

MULLANEY, T.P. Instrumentation of finely curved canals. **Dent Clin North Am**, v.23, n. 4, p. 575-592, 1979.

NAIR, M.K.; NAIR, U.P. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. **J Endod**, v. 33, n. 1, p. 1-6, 2007.

NAGARATNA, P.J.; SHASHIKIRAN, N.D.; SUBBAREDDY, V.V. In vitro comparison of NiTi rotary instruments and stainless steel hand instruments in root canal preparations of primary and permanent molar. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**, v. 24, n. 4, p. 186-191, 2006.

NIELSEN, R.B.; ALYASSIN, A.M.; PETERS, D.D.; CARNES, D.L.; LANCASTER, J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. **J Endod**, v. 21, n. 11, p. 561-568, 1995.

PANITVISAI, P.; PARUNNIT, P.; SATHORN, C.; MESSER, H.H. Impact of a retained instrument on treatment outcome: a systematic review and meta-analysis. **J Endod**, v. 36, n. 5, p. 775-780, 2010.

PAQUÉ, F.; MUSCH, U.; HÜLSMANN, M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. **Int Endod J**, v, 38, n.1, p. 8-16, 2005.

PAQUÉ, F.; GANAHL, D.; PETERS, O.A. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. **J Endod**, v.35, n.7, p.1056-109, 2009

PAQUÉ, F.; PETERS, O.A. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. **J Endod**, v. 37, n. 4, p. 517-521, 2011.

PAQUÉ, F.; ZEHNDER, M.; DE-DEUS, G. Microtomography-based Comparison of Reciprocating Single File F2 ProTaper Technique versus Rotary Full Sequence. **J Endod**, v. 37, n. 10, p. 1394 - 1397, 2011.

PARK, S.K.; KIM, Y.J.; SHON, W.J.; YOU, S.Y.; MOON, Y.M.; KIM, H.C.; LEE, W. Clinical Efficiency and Reusability of the Reciprocating Nickel-Titanium Instruments According to the Root Canal Anatomy. **Scanning**, 2013. doi: 10.1002/sca.21096.

PÉCORA, J. D. Novo método de diafanização de dentes. **Rev Fac Odont Rib Preto**, v. 23, n. 1, p. 1-5, 1986.

PÉCORA, J.D.; SAVIOLI, R.N.; MURGEL, C.A.F. Estudo da incidência de dois canais nos incisivos inferiores humanos. **Rev Bras Odont**, v.47, n. 4, p. 44-77, 1990.

PÉCORA, J.D.; SILVA, R.S.; SOUSA NETO, M.D. Apresentação de uma técnica simplificada de diafanização de dentes e sua inclusão em blocos transparentes. **Odonto**, v. 2, n. 6, p. 384-5, 1993.

PÉCORA, J.D.; CAPELLI, A. Shock of paradigms on the instrumentation of curved root canals. **Braz Dent J**, v. 17, n. 1, p. 3-5, 2006.

PETERS, O. A.; LAIB, A.; GOHRING T. N.; BARBAKOW, F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. **J Endod**, v. 27, n. 1, p.1-6, 2001 a.

PETERS, O.A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J Endod**, v.30, n.8, p.559-567, 2004.

PETERS, O.A.; PAQUÉ, F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. **Quintessence Int**, v. 41, n. 6, p. 479-488, 2010.

PETERS, O.A.; PAQUÉ, F. Root canal preparation of maxillary molars with the self-adjusting file: a micro-computed tomography study. **Int Endod J**, v. 37, n. 1, p. 53-57, 2011.

PIRES, L. B.; ALBERGARIA, S.J.; FAGUNDES TOMAZINHO, F.S.; TOMAZINHO, L.F. Avaliação radiográfica do desvio apical de canais radiculares curvos após emprego da instrumentação manual e rotatória. **Rev S Bras de Odont**, v. 6, n. 3, 2009.

PLOTINO, G.; GRANDE, N.M.; PECCI, R.; BEDINI, R.; PAMEIJER, C.H.; SOMMA, F. Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. **J Am Dent Assoc**, v.137, n.11, p.1555-1561, 2006.

PLOTINO, G.; GRANDE, N. M.; TESTARELLI, L.; GAMBARINI, G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **Int Endod J**, v. 45, n. 7, p. 614–618, 2012.

PRUETT, J. P.; CLEMENT, D. J.; CARNES JR, D. L. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. **J. Endod**, v. 23, n. 2, p. 77-85, 1997.

RASQUIN, L.C, CARVALHO, B.F, LIMA, R.K.P. In vitro evaluation of root canal preparation using oscillatory and rotary systems in flattened root canals. **J Appl Oral Sci.** v.15, n. 1, p. 65-59, 2007.

RHODES, J.S.; FORD, T.R.; LYNCH, J.A.; LIEPINS, P.J.; CURTIS, R.V. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. **Int Endod J**, v. 33, n. 3, p. 279-285, 2000.

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

SABALA, C.L.; ROANE, J.B.; SOUTHARD, L.Z. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. **J Endod**, v. 14, n. 2, p. 59-6, 1988.

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**, v. 36, n. 3, p. 199-207, 2003.

SCHÄFER, E; ERLER, M; DAMMASCHKE, T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary MTwo instruments. Part. 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod J**, v. 39, n. 3, p. 203-212, 2006.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin Noth Am**, v. 18, n. 2, p. 269-296, 1974.

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

SERENE, T.P.; ADAMS, J.D.; SAXENA, A. Nickel-titanium instruments: applications in endodontics. **Ishiyaku EuroAmerica, Incorporated**, 1995.

SERT, S.; ASLANALP, V.; TANALP, J. Investigation of the root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population. **Int Endod J**, v. 37, n. 7, p. 494-499, 2004.

SETZER, F.C.; KWON, T.K.; KARABUCAK, B. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. **J Endod**, v.36, n.7, p. 1226-1229, 2010.

SHARMA, R.; PÉCORA, J.D.; LUMLEY, P.J.; WALMSLEY, A.D. The external and internal anatomy of human mandibular canine teeth with two roots. **Endod Dent Traumatol**, v. 14, n.2, p. 88-92, 1998.

SOLAIMAN M.S.; AL-HADLAQ, B.D.S.; FAHAD A. A.; RIYADH, I. A. Evaluation of Cyclic Flexural Fatigue of M-Wire Nickel-Titanium Rotary Instruments. **J Endod**, v. 36, n. 2, p. 305-307, 2010.

SOMMA, F.; LEONI, D.; PLOTINO, G.; GRANDE, N.M.; PLASSCHAERT, A. Root canal morphology of the mesiobuccal root of maxillary first molars: a micro-computed tomographic analysis. **Int Endod J**, v. 42, n. 2, p. 165-174, 2009.

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

SPAZZIN, W.; SPAZZIN, A.; CECCHIN, D.; MESQUITA, M.; MAGRO, M.; BARBIZAM, J. V. Efeitos do preparo cervical com brocas Gates-Glidden e LA Axxess no desvio apical após preparo biomecânico de canais radiculares. **Rev Fac Odont Univ Pass Fund**, v. 13, n. 1, p. 39-42, 2008.

SWAIN, M.V.; XUE, J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. **Int J Oral Sci**, v. 1, n. 4, p. 177-188, 2009.

TACHIBANA, H.; MATSUMOTO, K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. **Endod Dent Traumatol**, v. 6, n.1, p. 16-20, 1990.

TAŞDEMİR, T.; AYDEMİR, H.; INAN, U.; UNAL, O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. **Int Endod J**, v. 38, n.6, p. 402-408, 2005.

THOMPSON, S. A. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. **Int Endod J**, v. 33, n. 4, p. 297-310, 2000.

TORABINEJAD, M. Passive step-back technique. A sequential use of ultrasonic and hand instruments. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 77, n. 4, p. 402-405, 1994.

VANNI, J.R.; ALBUQUERQUE, D.S.; REIS, C.; BARATTO, FILHO. F.; LIMONGI, O.; DELLA, B.A. Apical displacement produced by rotary nickel-titanium instruments and stainless steel files. **J Appl Oral Sci**, v.12, n.1, p. 51-5, 2004.

VANNI, J.R.; SANTOS, R.; LIMONGI, O.; DELLA, B.A.; GUERISOLI, D.M.; CAPELLI, A.; PÉCORA, J.D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary molars: SEM analysis. **Braz Dent J**, v. 16, n. 3, p.181-186, 2005.

VANNIER, M.W.; HILDEBOLT, C.F.; KNAPP, R.H.; CONOVER, G.; YOKOYAMA-CROTHERS, N.; WANG, G. Three-dimensional dental imaging by spiral CT. Medical Imaging 1995. **Inter Soc Opt Phot**, v. 2434, p. 346-360, 1995.

VARELA-PATINO, P.; IBANEZ-PARRAGA, A.; RIVAS-MUNDINA, B.; CANTATORE, G.; OTERO, X.L.; MARTIN- BIEDMA, B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. **J Endod**, v. 36, n. 1, 157-159, 2010.

VERSIANI, M.A.; PASCON, E.A.; SOUSA, C.J.A.; BORGES, M.A.G.; SOUSA-NETO, M.D. Influence of shaft design on the shaping ability of 3 nickel-titanium rotatory

systems by means of espiral computerized tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 105, p.807-813, 2008.

VERSIANI, M.A.; PÉCORÁ, J.D.; SOUSA-NETO, M.D. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. **J Endod**, v. 37, n. 7, p. 1002-1007, 2011 a.

VERSIANI, M.A.; PÉCORÁ, J.D.; SOUSA-NETO, M.D. Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: a micro-computed tomography study. **J Endod**, v. 38, n. 7, p. 977-982, 2012.

VERSIANI, M.A.; PÉCORÁ, J.D.; SOUSA-NETO, M.D. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. **Int Endod J**, v. 46, n. 9, p. 800-807, 2013.

VELTRI, M.A.; MANTOVANI, L.; PINI, P.; BALLERI, P.; GRANDINI, S. A comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. **Int Endod J**, v. 38, n.9, p. 610-616, 2005.

VOLPATO, W. M.; PROKOPOWITSCH, I.; YAMAZAKI, A. K.; CARDOSO, L. N; CARLOS FILHO, C. U.; NETTO, C. D. M. Análise comparativa do preparo químico-cirúrgico através das técnicas automatizada híbrida e escalonada em canais curvos. **Rev odontol Univ Cid Sao Paulo**, v. 18, n. 2, p. 123-128, 2006.

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

WALTON, R.E. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. **J Endod**, v. 2, n. 10, p. 304-311, 1976.

WEIGER, R.; ELAYOUTI, A.; LÖST, C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. **J Endod**, v. 28, n. 8, p. 580-583, 2002.

WEINE, F.S.; HEALEY, H.J.; GERSTEIN, H.; EVANSON, L. Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. **J Can Dent Assoc**, v. 36, n. 4, p. 155-157, 1970.

WEINE, F.S.; KELLY, R.F.; LIO, P.J. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. **J Endodo**, v. 1, n. 8, p. 255-263, 1975.

WU, M.K.; FAN, B.; WESSELINK, P. Leakage along apical root fillings in curved root canals Part I: Effects of apical transportation on seal of root. **J Endod**, v. 26, n. 4, p. 210-216, 2000.

WU, M.K.; BARKIS, D.; RORIS, A.; WESSELINK, P.R. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? **Int Endod J**, v. 35, n.3, p.264-267, 2002.

YANG, G.; YUAN, G.; YUN, X.; ZHOU, X.; LIU, B.; WU, H. Effects of two nickel-titanium instrument systems, Mtwo versus ProTaper universal, on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. **J Endod**, v. 37, n. 10, p. 1412-1416, 2011.

YARED G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int Endod J**, v. 41, n. 4, p. 339-344, 2008.

YE, J.; GAO, Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. **J Endod**, v. 38, n. 1, p. 105-107, 2012.

YOU, S.Y.; BAE, K.S.; BAEK, S.H.; KUM, K.Y.; SHON, W.J.; LEE, W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. **J Endod**, v. 36, n. 12, p. 1991-1994, 2010.

YOU, S.Y.; KIM, H.C.; BAE, K.S.; BAEK, S.H.; KUM, K.Y.; LEE, W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: A comparative study with Micro-Computed tomography. **J Endod**, v. 37, n. 9, p. 1296-1300, 2011.

YOUNG, G. R.; PARASHOS, P.; MESSES, H. H. The principles of techniques for cleaning root canals. **Aust Dent J**, v.52 (1 Suppl.), p.52-63, 2007.

YOSHIMINE, Y.; ONO, M.; AKAMINE, A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. **J Endod**, v.31, n. 5, p.373-375, 2005.

Anexo 1. Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. CEP / 358/ FORP

Ribeirão Preto, 24 de agosto de 2010

Ref. processo n.º 2009.1.972.58.4
CAAE n.º 0072.0.138.000-09

Senhor Pesquisador,

A pedido da Profa. Dra. Cláudia Helena Lovato da Silva, Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa, desta Faculdade, informamos que o referido Comitê em sua 111ª Sessão, realizada em 19 de agosto de 2010, **aprovou o Relatório Parcial do Projeto de Pesquisa:** "Avaliação de diferentes técnicas de preparo biomecânico, obturação, retrobturação, preparo para contenção intraradicular de dentes submetidos a diferentes tratamentos, por meio de microtomografia computadorizada"

Na oportunidade, lembramos da necessidade de entregar na Secretaria do Comitê, com os formulários preenchidos pelo pesquisador responsável, o **Relatório Parcial** no dia 30 de maio de 2011 e o **Relatório Final** no dia 30 de março de 2012.

JULIANA GODOÍ DE OLIVEIRA SILVA
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa

Ilmo. Sr.
Prof. Dr. MANOEL DAMIÃO DE SOUSA NETO
Departamento de Odontologia Restauradora
desta Faculdade

Anexo 2. Detalhes dos parâmetros de aquisição das imagens microtomograficas.

```
[Acquisition]
Data Directory=C:\Users\SkyScan\Desktop\Rafael\12B
Filename Prefix=12B_
Number of Files= 187
Number of Rows= 1024
Number of Columns= 1030
Partial width= 79%
Image crop origin X= 137
Image crop origin Y=0
Camera binning=1x1
Image Rotation=359.8600
Gantry direction=CC
Optical Axis (line)= 512
Object to Source (mm)=226.60
Camera to Source (mm)=266.50
Source voltage (kv)= 50
Source Current (uA)= 800
Image Pixel Size (um)=19.66
Scaled Image Pixel size (um)=19.659000
Image Format=TIFF
Depth (bits)=16
Screen LUT=0
Exposure (ms)=7000
Rotation Step (deg)=1.000
Use 360 Rotation=NO
FlatField Update=NO
Scanning position=1.885 mm
Flat Field Correction=ON
Frame Averaging=OFF (2)
Sharpening (%)=40
Random Movement=OFF
Geometrical Correction=ON
Filter=filter A1 0.5
Rotation Direction=CC
Type of Detector Motion=STEP AND SHOOT
Scanning Trajectory=ROUND
Number of connected scans=1
Study Date and Time=May 09, 2013 12:47:58
Scan duration=00:23:18
```

Anexo 3. Detalhes dos parâmetros de reconstrução das secções transversais.

```
[Reconstruction]
Reconstruction Program=NRecon
Program Version=Version: 1.6.6.0
Program Home Directory=C:\SkyScan1174ver2
Reconstruction engine=NReconServer
Engine version=version: 1.6.6
Reconstruction from batch=Yes
Reconstruction servers= DOR-LABPECORA02
Option for additional F4F float format=OFF
Reconstruction mode=Standard
Dataset Origin=SkyScan1174v2
Dataset Prefix=12B_
Dataset Directory=E:\MicroCT\Rafael\12B
Output Directory=E:\MicroCT\Rafael\12B
Time and Date=May 16, 2013 18:27:01
First Section=60
Last Section=620
Reconstruction duration per slice (seconds)=0.222816
Total reconstruction time (561 slices) in seconds=125.000000
Postalignment=4.00
Section to Section Step=1
Sections Count=561
Result File Type=BMP
Result File Header Length (bytes)=1134
Result Image Width (pixels)=676
Result Image Height (pixels)=500
Pixel Size (um)=19.65900
Reconstruction Angular Range (deg)=187.00
Use 180+=OFF
Angular Step (deg)=1.0000
Smoothing=5
Smoothing kernel=2 (Gaussian)
Ring Artifact Correction=5
Draw Scales=OFF
Object Bigger than FOV=OFF
Reconstruction from ROI=ON
ROI Top (pixels)=788
ROI Bottom (pixels)=288
ROI Left (pixels)=156
ROI Right (pixels)=835
ROI reference length=1030
Filter cutoff relative to Nyquist frequency=100
Filter type=0
Filter type meaning(1)=0: Hamming (Ramp in case of optical scanner); 1: Hann; 2: Ramp; 3: Almost Ramp;
Filter type meaning(2)=11: Cosine; 12: Shepp-Logan; [100,200]: Generalized Hamming, alpha=(iFilter-100)/100
Undersampling factor=1
Threshold for defect pixel mask (%)=0
Beam Hardening Correction (%)=15
CS Static Rotation (deg)=0.00
Minimum for CS to Image Conversion=0.015000
Maximum for CS to Image Conversion=0.095000
HU Calibration=OFF
BMP LUT=0
Cone-beam Angle Horiz.(deg)=5.116496
Cone-beam Angle Vert.(deg)=5.086730
```


1 – Valores absolutos de ângulo e raio de curvatura.

Dente	Ângulo (Graus)	Raio (mm)
45	36,46	4,39
47	38,48	4,34
21	38,67	3,8
15	37,55	3,83
27	38,14	4,46
34	37,21	4,07
14	39,34	4,39
54	37,36	4,63
12	38,42	4,14
55	40,2	4,05
16	36,86	4,38
23	33,64	3,96
36	32,9	4,76
43	36,12	4,47
51	34,5	4,35

Considerar para os dados morfométricos bidimensionais e tridimensionais que os espécimes em cinza são os que foram complementados por *taper* 02 (K3) e os que estão em branco foram os complementados por *taper* 04 (Mtwo).

Os espécimes desacompanhados de letra representam o canal na forma original, a letra “A” representa o canal após o preparo com o instrumento R25, a letra “B” representa o canal após o preparo com os instrumentos #35 e a letra “C” representa os canais após o preparo com os instrumentos #40.

2 – Valores absolutos da análise morfométrica tridimensional (volume do canal, área de superfície e SMI).

ANÁLISE 3D							
Canal Mesiovestibular				Canal Mesiovestibular			
Espécime	Volume	Área	SMI	Espécime	Volume	Área	SMI
12	3,37	26,29	2,26	12	1,5	17,95	2,26
14	2,01	22,35	2,83	14	2,37	25,16	2,78
15	2,62	26,98	2,13	15	2,3	25,14	1,85
21	1,86	20,92	2,27	21	2,33	25,1	2,05
34	3,01	25,67	2,81	34	2,25	24,55	2,01
45	2,38	27,12	2,54	45	1,85	24,86	2,04
47	2,29	23,29	2,25	47	1,97	22,19	2,35
54	1,88	18,87	3,05	54	1,91	18,49	2,45
55	1,51	18,42	2,4	55	1,43	16,88	2,06
46	1,2	17,05	1,84	46	1,39	18,11	2,18
16	2,95	28,88	2,25	16	2,2	25,37	1,87
23	2,22	27,72	2,05	23	1,86	20,58	2,72
36	0,99	15,75	2,52	36	1,51	18,54	2,73
43	3,34	29,61	2,74	43	2,91	28,06	2,25
51	2,4	27,95	2	51	1,85	22,5	2,18
Espécime	Volume	Área	SMI	Espécime	Volume	Área	SMI
12A	4,7	29,14	2,37	12A	3,77	27,37	2,76
14A	7,21	41,64	3,43	14A	6,64	39,81	3,03
15A	4,44	29,91	2,73	15A	4,43	30,8	2,45
21A	5,18	30,33	2,83	21A	5,9	35,52	2,61
34A	6,13	36,21	2,86	34A	5,29	33,84	2,62
45A	7,06	40,28	3	45A	7	40,38	3,12
47A	6	36,92	2,83	47A	5,31	33,84	2,85
54A	3,5	24,52	2,91	54A	3,41	23,71	2,66
55A	2,92	22,94	3	55A	2,78	20,46	2,65
46A	4,12	27,43	3,04	46A	4,18	29,11	2,63
16A	4,56	32,88	3,02	16A	4,65	31,48	2,66
23A	5,82	38,03	2,97	23A	6,32	36,71	3,22
36A	4,89	30,74	3,02	36A	5,62	33,59	2,94
43A	8,23	45,07	3,03	43A	6,81	39,2	2,77
51A	5,67	35,27	2,72	51A	5,58	35,06	2,7

Espécime	Volume	Área	SMI
12B	4,92	28,91	2,41
14B	7,96	44,55	3,5
15B	4,59	29,83	2,44
21B	5,1	29,99	2,76
34B	5,97	35,99	2,83
45B	7,78	43,22	3,01
47B	6,42	38,56	2,74
54B	3,88	26,37	2,83
55B	3,37	24,63	2,83
46B	4,25	27,95	2,73
16B	4,82	33,3	3,12
23B	5,86	37,91	2,92
36B	4,87	29,48	2,87
43B	8,26	45,28	2,93
51B	5,81	35,91	2,69
Espécime	Volume	Área	SMI
12C	5,04	29,44	2,47
14C	8,43	46,19	3,33
15C	5,28	32,86	2,68
21C	5,57	31,57	2,77
34C	6,62	37,82	2,76
45C	8,39	44,51	2,88
47C	7	40,53	2,71
54C	4,71	30,28	3,01
55C	3,39	24,19	3,01
46C	4,54	30,47	2,6
16C	4,99	34	3,01
23C	6,04	38,94	2,92
36C	5,02	31,22	2,99
43C	8,51	45,78	3
51C	5,85	36,13	2,64

Espécime	Volume	Área	SMI
12B	4,24	28,67	2,74
14B	7,86	44,37	2,92
15B	4,35	30,32	2,65
21B	5,81	34,92	2,8
34B	5,34	33,93	2,47
45B	8,23	44,92	2,96
47B	5,44	34,29	2,79
54B	3,64	24,72	2,64
55B	3,5	22,64	2,53
46B	4,28	29,45	2,62
16B	4,74	31,57	2,57
23B	6,36	36,6	3,2
36B	4,22	34,21	2,93
43B	6,78	39,2	2,88
51B	5,68	35,46	2,67
Espécime	Volume	Área	SMI
12C	4,33	28,72	2,77
14C	8,31	45,75	2,97
15C	5,22	33,13	2,46
21C	6,28	36,67	2,65
34C	5,82	34,78	2,49
45C	9,02	47,64	2,95
47C	5,86	35,72	2,88
54C	4,59	28,03	2,61
55C	3,54	22,64	2,68
46C	4,41	28,52	2,64
16C	4,87	32,07	2,54
23C	6,53	37,1	3,1
36C	5,87	34,51	2,9
43C	6,85	39,37	2,79
51C	5,73	35,61	2,68

3 - Valores absolutos da análise morfométrica bidimensional (área e perímetro).

ANÁLISE 2D 1 mm			ANÁLISE 2D 1 mm		
Canal Mesiovestibular			Canal Mesiolingual		
Espécime	Área	Perímetro	Espécime	Área	Perímetro
12	0,081	1,366	12	0,048	0,877
14	0,011	1,527	14	0,022	0,564
15	0,048	0,888	15	0,08	1,118
21	0,038	0,918	21	0,005	0,296
34	0,054	0,937	34	0,068	0,967
45	0,019	0,525	45	0,004	0,284
47	0,001	0,134	47	0,006	0,307
54	0,086	1,389	54	0,111	1,268
55	0,0155	0,49	55	0,079	1,127
46	0,021	0,539	46	0,08	1,099
16	0,151	1,56	16	0,016	0,497
23	0,022	0,564	23	0,005	0,268
36	0,104	1,402	36	0,077	1,15
43	0,05	0,868	43	0,093	1,899
51	0,064	0,967	51	0,055	0,9

Espécime	Área	Perímetro	Espécime	Área	Perímetro
12A	0,187	1,787	12A	0,102	1,245
14A	0,13	0,391	14A	0,002	0,173
15A	0,015	0,502	15A	0,07	1,067
21A	0,129	1,386	21A	0,09	1,162
34A	0,064	0,972	34A	0,092	1,141
45A	0,085	1,191	45A	0,207	1,72
47A	0,205	1,682	47A	0,149	1,442
54A	0,042	0,798	54A	0,116	1,296
55A	0,031	0,664	55A	0,144	1,509
46A	0,121	1,296	46A	0,08	1,099
16A	0,165	1,615	16A	0,121	1,342
23A	0,057	0,888	23A	0,106	1,229
36A	0,184	1,771	36A	0,108	1,352
43A	0,077	1,078	43A	0,159	1,53
51A	0,066	0,967	51A	0,092	1,141

Espécime	Área	Perímetro	Espécime	Área	Perímetro
12B	0,261	2,116	12B	0,262	2,028
14B	0,194	1,844	14B	0,117	1,28
15B	0,018	0,513	15B	0,062	1,004
21B	0,162	1,564	21B	0,095	1,127
34B	0,058	0,905	34B	0,131	1,363
45B	0,145	1,514	45B	0,311	2,122
47B	0,245	1,872	47B	0,159	1,493
54B	0,091	1,139	54B	0,148	1,514
55B	0,141	1,141	55B	0,26	1,923
46B	0,128	1,34	46B	0,099	1,217
16B	0,182	1,676	16B	0,17	1,587
23B	0,12	1,335	23B	0,141	1,402
36B	0,194	1,81	36B	0,142	1,514
43B	0,097	1,173	43B	0,173	1,585
51B	0,098	1,168	51B	0,116	1,275

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,306	2,299
14C	0,202	1,879
15C	0,08	1,303
21C	0,24	1,912
34C	0,065	0,983
45C	0,181	1,682
47C	0,283	2,011
54C	0,152	2,055
55C	0,19	1,682
46C	0,158	1,497
16C	0,217	1,817
23C	0,169	1,533
36C	0,224	1,944
43C	0,12	1,307
51C	0,12	1,28

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,311	2,208
14C	0,112	1,252
15C	0,074	1,078
21C	0,17	1,576
34C	0,194	1,682
45C	0,356	2,273
47C	0,238	1,865
54C	0,161	1,553
55C	0,312	2,157
46C	0,149	1,467
16C	0,208	1,766
23C	0,194	1,671
36C	0,179	1,682
43C	0,192	1,694
51C	0,147	1,425

ANÁLISE 2D 2 mm		
Espécime	Área	Perímetro
12	0,07	1,05
14	0,044	0,817
15	0,034	0,803
21	0,042	0,782
34	0,018	0,509
45	0,038	0,754
47	0,061	1,18
54	0,026	0,597
55	0,025	0,62
46	0,025	0,654
16	0,114	1,286
23	0,027	0,648
36	0,059	0,967
43	0,027	0,62
51	0,076	1,469

ANÁLISE 2D 2 mm		
Espécime	Área	Perímetro
12	0,06	0,99
14	0,023	0,564
15	0,062	1,162
21	0,048	1,069
34	0,076	1,129
45	0,26	0,648
47	0,008	0,347
54	0,069	1,006
55	0,062	1,141
46	0,026	0,592
16	0,067	1,118
23	0,0415	0,782
36	0,061	0,949
43	0,057	1,085
51	0,034	0,699

Espécime	Área	Perímetro
12A	0,214	1,771
14A	0,136	1,379
15A	0,153	1,481
21A	0,228	1,844
34A	0,111	1,24
45A	0,108	1,224
47A	0,267	1,928
54A	0,098	1,185
55A	0,159	1,581
46A	0,167	1,525
16A	0,17	1,581
23A	0,128	1,324
36A	0,141	1,402
43A	0,1	1,173
51A	0,106	1,212

Espécime	Área	Perímetro
12A	0,195	1,676
14A	0,13	1,386
15A	0,145	1,446
21A	0,16	1,514
34A	0,158	1,502
45A	0,303	2,111
47A	0,194	1,643
54A	0,111	1,268
55A	0,175	1,604
46A	0,099	1,168
16A	0,172	1,56
23A	0,206	1,749
36A	0,144	1,414
43A	0,168	1,53
51A	0,123	1,307

Espécime	Área	Perímetro
12B	0,285	2,097
14B	0,192	1,659
15B	0,221	1,798
21B	0,231	1,872
34B	0,119	1,28
45B	0,15	1,453
47B	0,3	2,078
54B	0,153	1,486
55B	0,238	1,877
46B	0,17	1,548
16B	0,19	1,692
23B	0,139	1,379
36B	0,143	1,402
43B	0,099	1,157
51B	0,113	1,252

Espécime	Área	Perímetro
12B	0,277	2
14B	0,224	1,805
15B	0,176	1,592
21B	0,174	1,564
34B	0,185	1,597
45B	0,337	2,194
47B	0,202	1,699
54B	0,15	1,458
55B	0,283	2,062
46B	0,109	1,236
16B	0,179	1,62
23B	0,215	1,789
36B	0,155	1,474
43B	0,165	1,53
51B	0,133	1,391

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,322	2,224
14C	0,251	1,912
15C	0,265	1,944
21C	0,282	2,039
34C	0,174	1,553
45C	0,195	1,676
47C	0,365	2,28
54C	0,225	1,794
55C	0,253	1,933
46C	0,187	1,62
16C	0,222	1,805
23C	0,167	1,52
36C	0,153	1,453
43C	0,126	1,319
51C	0,133	1,342

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,294	2,055
14C	0,271	1,988
15C	0,237	1,856
21C	0,222	1,766
34C	0,227	1,782
45C	0,393	2,613
47C	0,242	1,844
54C	0,219	1,771
55C	0,293	2,106
46C	0,165	1,52
16C	0,202	1,699
23C	0,23	1,849
36C	0,166	1,525
43C	0,173	1,569
51C	0,14	1,386

ANÁLISE 2D 3 mm		
Espécime	Área	Perímetro
12	0,203	1,798
14	0,062	0,944
15	0,157	2,624
21	0,13	1,96
34	0,122	1,756
45	0,034	0,782
47	0,113	1,375
54	0,092	1,224
55	0,05	1,15
46	0,039	0,879
16	0,164	1,632
23	0,11	1,691
36	0,048	0,821
43	0,056	0,944
51	0,081	1,337

ANÁLISE 2D 3 mm		
Espécime	Área	Perímetro
12	0,086	1,141
14	0,028	0,636
15	0,108	1,826
21	0,045	0,849
34	0,111	1,714
45	0,122	2,097
47	0,031	0,671
54	0,094	1,291
55	0,119	1,705
46	0,023	0,576
16	0,089	1,55
23	0,048	0,838
36	0,087	1,129
43	0,082	1,303
51	0,046	0,821

Espécime	Área	Perímetro
12A	0,271	1,956
14A	0,224	1,782
15A	0,245	1,861
21A	0,333	2,194
34A	0,192	1,643
45A	0,17	1,548
47A	0,342	2,201
54A	0,152	1,458
55A	0,223	1,787
46A	0,243	1,828
16A	0,22	1,754
23A	0,222	1,766
36A	0,211	1,715
43A	0,185	1,608
51A	0,164	1,509

Espécime	Área	Perímetro
12A	0,27	1,965
14A	0,21	1,738
15A	0,229	1,812
21A	0,24	1,84
34A	0,225	1,787
45A	0,336	2,173
47A	0,268	1,923
54A	0,167	1,514
55A	0,21	1,715
46A	0,165	1,509
16A	0,236	1,805
23A	0,299	2,067
36A	0,22	1,749
43A	0,243	1,838
51A	0,187	1,615

Espécime	Área	Perímetro
12B	0,362	2,317
14B	0,307	2,118
15B	0,262	1,928
21B	0,332	2,213
34B	0,185	1,627
45B	0,216	1,771
47B	0,374	2,303
54B	0,185	1,636
55B	0,291	2,046
46B	0,254	1,884
16B	0,233	1,815
23B	0,228	1,782
36B	0,213	1,726
43B	0,18	1,576
51B	0,169	1,525

Espécime	Área	Perímetro
12B	0,31	2,078
14B	0,3	2,067
15B	0,26	1,912
21B	0,235	1,805
34B	0,222	1,759
45B	0,423	2,525
47B	0,279	1,979
54B	0,175	1,576
55B	0,335	2,185
46B	0,163	1,509
16B	0,24	1,821
23B	0,311	2,111
36B	0,233	1,81
43B	0,238	1,805
51B	0,189	1,615

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,397	2,405
14C	0,363	2,335
15C	0,306	2,078
21C	0,372	2,407
34C	0,225	1,777
45C	0,244	1,844
47C	0,443	2,502
54C	0,238	1,838
55C	0,298	2,085
46C	0,267	1,916
16C	0,255	1,898
23C	0,237	1,821
36C	0,215	1,738
43C	0,182	1,597
51C	0,176	1,564

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,329	2,157
14C	0,318	2,141
15C	0,341	2,213
21C	0,265	1,939
34C	0,242	1,842
45C	0,461	2,648
47C	0,33	2,141
54C	0,243	1,861
55C	0,365	2,308
46C	0,211	1,71
16C	0,255	1,893
23C	0,321	2,145
36C	0,241	1,838
43C	0,246	1,882
51C	0,189	1,632

ANÁLISE 2D 4 mm		
Espécime	Área	Perímetro
12	0,238	1,877
14	0,114	1,522
15	0,149	1,581
21	0,155	1,889
34	0,075	1,039
45	0,174	0,502
47	0,087	1,185
54	0,081	1,067
55	0,115	1,856
46	0,046	0,923
16	0,159	1,761
23	0,176	2,617
36	0,078	1,27
43	0,09	1,168
51	0,096	1,27

ANÁLISE 2D 4 mm		
Espécime	Área	Perímetro
12	0,111	1,284
14	0,067	1,011
15	0,174	2,173
21	0,181	2,441
34	0,077	1,067
45	0,11	1,882
47	0,081	1,073
54	0,074	1,034
55	0,154	1,71
46	0,02	0,525
16	0,117	1,786
23	0,196	2,103
36	0,069	1,011
43	0,106	1,381
51	0,049	0,888

Espécime	Área	Perímetro
12A	0,353	2,229
14A	0,352	2,245
15A	0,309	2,106
21A	0,382	2,329
34A	0,247	1,849
45A	0,261	1,912
47A	0,405	2,412
54A	0,21	1,726
55A	0,338	2,969
46A	0,312	2,095
16A	0,285	2,011
23A	0,28	1,988
36A	0,287	2,028
43A	0,245	1,865
51A	0,227	1,794

Espécime	Área	Perímetro
12A	0,323	2,113
14A	0,298	2,106
15A	0,337	2,217
21A	0,4	3,627
34A	0,266	1,928
45A	0,414	2,437
47A	0,364	2,263
54A	0,221	1,743
55A	0,322	2,169
46A	0,224	1,749
16A	0,302	2,067
23A	0,373	2,354
36A	0,282	1,979
43A	0,304	2,078
51A	0,256	1,88

Espécime	Área	Perímetro
12B	0,446	2,537
14B	0,411	2,451
15B	0,308	2,118
21B	0,369	2,278
34B	0,233	1,81
45B	0,314	2,111
47B	0,466	2,592
54B	0,236	1,821
55B	0,391	3,159
46B	0,326	2,134
16B	0,293	2,039
23B	0,279	1,988
36B	0,285	2
43B	0,259	1,905
51B	0,229	1,794

Espécime	Área	Perímetro
12B	0,382	2,319
14B	0,338	2,217
15B	0,348	2,257
21B	0,376	3,476
34B	0,263	1,916
45B	0,514	2,733
47B	0,384	2,308
54B	0,249	1,872
55B	0,435	2,504
46B	0,231	1,805
16B	0,31	2,078
23B	0,374	2,314
36B	0,287	2,011
43B	0,301	2,051
51B	0,263	1,923

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,504	2,731
14C	0,451	2,551
15C	0,377	2,329
21C	0,411	2,407
34C	0,263	1,916
45C	0,332	2,169
47C	0,545	2,815
54C	0,305	2,069
55C	0,412	3,125
46C	0,343	2,206
16C	0,3	2,051
23C	0,287	2,004
36C	0,291	2,028
43C	0,269	1,96
51C	0,236	1,821

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,428	2,465
14C	0,354	2,245
15C	0,43	2,565
21C	0,412	3,562
34C	0,306	2,074
45C	0,587	2,951
47C	0,45	2,537
54C	0,359	2,257
55C	0,47	2,648
46C	0,251	1,782
16C	0,315	2,118
23C	0,384	2,354
36C	0,288	2,006
43C	0,302	2,051
51C	0,256	1,895

ANÁLISE 2D 5 mm		
Espécime	Área	Perímetro
12	0,311	2,173
14	0,14	1,532
15	0,202	1,754
21	0,129	1,386
34	0,107	1,224
45	0,032	0,939
47	0,107	1,257
54	0,089	1,111
55	0,13	1,956
46	0,067	1,062
16	0,207	2,328
23	0,27	4,39
36	0,066	0,96
43	0,132	1,414
51	0,072	1,108

ANÁLISE 2D 5 mm		
Espécime	Área	Perímetro
12	0,142	1,553
14	0,118	1,34
15	0,136	1,451
21	0,189	2,205
34	0,135	1,414
45	0,151	1,664
47	0,11	1,296
54	0,085	1,073
55	0,196	1,928
46	0,03	0,648
16	0,149	2,022
23	0,075	1,055
36	0,045	0,789
43	0,141	1,474
51	0,067	0,995

Espécime	Área	Perímetro
12A	0,474	2,63
14A	0,419	2,625
15A	0,363	2,275
21A	0,38	2,319
34A	0,291	2,023
45A	0,333	2,185
47A	0,491	2,657
54A	0,27	1,972
55A	0,349	2,247
46A	0,356	2,236
16A	0,329	2,157
23A	0,353	2,319
36A	0,322	2,113
43A	0,345	2,19
51A	0,289	2,011

Espécime	Área	Perímetro
12A	0,446	2,525
14A	0,327	2,16
15A	0,386	2,386
21A	0,42	3,18
34A	0,325	2,141
45A	0,55	2,838
47A	0,431	2,481
54A	0,312	2,085
55A	0,398	2,414
46A	0,296	2,046
16A	0,373	2,291
23A	0,376	2,386
36A	0,306	2,122
43A	0,349	2,224
51A	0,303	2,057

Espécime	Área	Perímetro
12B	0,574	2,923
14B	0,458	2,759
15B	0,414	2,46
21B	0,385	2,319
34B	0,274	1,956
45B	0,369	2,28
47B	0,566	2,854
54B	0,299	2,046
55B	0,418	2,465
46B	0,371	2,263
16B	0,331	2,19
23B	0,385	2,391
36B	0,328	2,157
43B	0,345	2,217
51B	0,291	2,034

Espécime	Área	Perímetro
12B	0,524	2,738
14B	0,38	2,324
15B	0,396	2,409
21B	0,401	3,18
34B	0,35	2,24
45B	0,668	3,146
47B	0,448	2,56
54B	0,353	2,28
55B	0,512	2,817
46B	0,299	2,041
16B	0,388	2,335
23B	0,414	2,425
36B	0,326	2,134
43B	0,348	2,213
51B	0,307	2,062

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,621	3,057
14C	0,481	2,815
15C	0,515	2,766
21C	0,452	2,553
34C	0,346	2,206
45C	0,399	2,386
47C	0,621	3,039
54C	0,401	2,398
55C	0,427	2,488
46C	0,393	2,358
16C	0,367	2,291
23C	0,394	2,486
36C	0,327	2,129
43C	0,344	2,206
51C	0,295	2,023

Espécime	Área	Perímetro
12C	0,569	2,845
14C	0,459	2,579
15C	0,494	2,666
21C	0,468	3,252
34C	0,414	2,449
45C	0,745	3,38
47C	0,511	2,722
54C	0,482	2,664
55C	0,533	2,838
46C	0,323	2,113
16C	0,389	2,347
23C	0,452	2,537
36C	0,325	2,134
43C	0,351	2,213
51C	0,306	2,062

3 – Valores absolutos de transporte

		Canal Mesiovestibular																			
		TOTAL					CERVICAL					MÉDIO					APICAL				
		Inicial x R25	Inicial x #35.04	Inicial x #40.04	R25 x #35.04	#35 x #40.04	Inicial x R25	Inicial x #35.04	Inicial x #40.04	R25 x #35.04	#35.04 x #40.04	Inicial x R25	Inicial x #35.04	Inicial x #40.04	R25 x #35.04	#35.04 x #40.04	Inicial x R25	Inicial x #35.04	Inicial x #40.04	R25 x #35.04	#35.04 x #40.04
Dente	12	0,111	0,111	0,124	0,030	0,023	0,095	0,079	0,092	0,033	0,029	0,117	0,129	0,152	0,042	0,031	0,121	0,125	0,129	0,013	0,008
	14	0,225	0,228	0,254	0,028	0,040	0,186	0,179	0,228	0,038	0,054	0,263	0,269	0,286	0,024	0,045	0,228	0,238	0,249	0,021	0,021
	15	0,758	0,757	0,757	0,039	0,029	0,674	0,672	0,672	0,041	0,035	0,792	0,792	0,792	0,044	0,032	0,810	0,808	0,808	0,032	0,019
	21	0,159	0,161	0,159	0,013	0,027	0,153	0,149	0,131	0,009	0,028	0,123	0,124	0,125	0,017	0,036	0,203	0,211	0,220	0,012	0,018
	34	0,111	0,114	0,130	0,020	0,039	0,097	0,100	0,090	0,016	0,033	0,093	0,096	0,137	0,015	0,062	0,143	0,146	0,164	0,028	0,023
	46	0,151	0,149	0,151	0,013	0,015	0,123	0,114	0,109	0,014	0,020	0,124	0,128	0,135	0,017	0,015	0,206	0,206	0,210	0,007	0,010
	45	0,194	0,213	0,219	0,044	0,053	0,129	0,156	0,135	0,089	0,043	0,197	0,219	0,240	0,027	0,075	0,258	0,266	0,284	0,015	0,039
	47	0,180	0,183	0,197	0,025	0,031	0,144	0,137	0,148	0,041	0,035	0,226	0,240	0,256	0,021	0,031	0,169	0,173	0,187	0,013	0,026
	54	0,109	0,123	0,140	0,029	0,027	0,080	0,082	0,101	0,026	0,031	0,088	0,123	0,150	0,045	0,032	0,160	0,165	0,170	0,016	0,019
	55	0,140	0,158	0,174	0,049	0,025	0,163	0,201	0,219	0,085	0,030	0,089	0,093	0,116	0,039	0,033	0,168	0,178	0,185	0,023	0,011

Dente	Inicial x R25	Inicial x #35.02	Inicial x #40.02	R25 x #35.02	#35.02 x #40.02	Inicial x R25	Inicial x #35.02	Inicial x #40.02	R25 x #35.02	#35.02 x #40.02	Inicial x R25	Inicial x #35.02	Inicial x #40.02	R25 x #35.02	#35.02 x #40.02	Inicial x R25	Inicial x #35.02	Inicial x #40.02	R25 x #35.02	#35.02 x #40.02
16	0,121	0,110	0,110	0,024	0,017	0,095	0,099	0,107	0,015	0,029	0,136	0,110	0,100	0,039	0,015	0,130	0,121	0,121	0,016	0,008
23	0,200	0,197	0,197	0,011	0,012	0,138	0,133	0,142	0,013	0,019	0,233	0,228	0,219	0,011	0,012	0,230	0,229	0,229	0,010	0,005
36	0,148	0,149	0,147	0,008	0,008	0,081	0,082	0,082	0,007	0,008	0,137	0,136	0,134	0,008	0,007	0,225	0,228	0,225	0,009	0,009
43	0,150	0,148	0,142	0,010	0,017	0,080	0,081	0,083	0,009	0,014	0,134	0,130	0,115	0,007	0,023	0,237	0,235	0,229	0,013	0,015
51	0,142	0,142	0,142	0,011	0,009	0,081	0,084	0,081	0,017	0,011	0,167	0,166	0,168	0,009	0,011	0,180	0,176	0,178	0,007	0,006

Canal Mesiolingual																				
TOTAL						CERVICAL					MÉDIO					APICAL				
Dente	Inicial x R25	Inicial x #35.04	Inicial x #40.04	R25 x #35.04	#35.04 x #40.04	Inicial x R25	Inicial x #35.04	Inicial x #40.04	R25 x #35.04	#35.04 x #40.04	Inicial x R25	Inicial x #35.04	Inicial x #40.04	R25 x #35.04	#35 x #40.04	Inicial x R25	Inicial x #35.04	Inicial x #40.04	R25 x #35.04	#35.04 x #40.04
12	0,147	0,149	0,160	0,032	0,019	0,106	0,103	0,114	0,035	0,021	0,161	0,169	0,189	0,041	0,025	0,173	0,176	0,177	0,021	0,009
14	0,218	0,246	0,274	0,056	0,038	0,193	0,189	0,222	0,059	0,042	0,199	0,258	0,291	0,074	0,051	0,263	0,292	0,310	0,035	0,021
15	0,144	0,141	0,146	0,030	0,045	0,110	0,087	0,075	0,040	0,052	0,158	0,161	0,169	0,033	0,045	0,163	0,174	0,193	0,016	0,038
21	0,197	0,199	0,200	0,015	0,026	0,172	0,178	0,188	0,018	0,033	0,187	0,186	0,180	0,016	0,026	0,233	0,236	0,233	0,011	0,017
34	0,113	0,132	0,149	0,040	0,035	0,091	0,107	0,137	0,031	0,036	0,093	0,126	0,148	0,055	0,030	0,156	0,172	0,162	0,039	0,021
46	0,091	0,092	0,095	0,012	0,017	0,040	0,041	0,042	0,009	0,018	0,101	0,098	0,108	0,018	0,019	0,133	0,136	0,137	0,009	0,013
45	0,294	0,327	0,330	0,054	0,060	0,265	0,329	0,287	0,068	0,067	0,328	0,358	0,378	0,065	0,057	0,289	0,295	0,325	0,028	0,055
47	0,180	0,179	0,186	0,014	0,028	0,080	0,071	0,075	0,019	0,031	0,211	0,213	0,224	0,013	0,023	0,248	0,253	0,260	0,010	0,031
54	0,099	0,115	0,153	0,030	0,048	0,075	0,071	0,100	0,029	0,052	0,119	0,158	0,215	0,043	0,059	0,102	0,115	0,142	0,019	0,034
55	0,138	0,169	0,190	0,072	0,026	0,155	0,154	0,175	0,088	0,031	0,102	0,165	0,198	0,078	0,036	0,157	0,188	0,196	0,050	0,011

Dente	Inicial x R25	Inicial x #35.02	Inicial x #40.02	R25 x #35.02	#35.02 x #40.02	Inicial x R25	Inicial x #35.02	Inicial x #40.02	R25 x #35.02	#35.02 x #40.02	Inicial x R25	Inicial x #35.02	Inicial x #40.02	R25 x #35.02	#35.02 x #40.02	Inicial x R25	Inicial x #35.02	Inicial x #40.02	R25 x #35.02	#35.02 x #40.02
16	0,149	0,145	0,146	0,015	0,014	0,125	0,116	0,122	0,015	0,027	0,151	0,155	0,154	0,012	0,007	0,170	0,162	0,160	0,017	0,009
23	0,251	0,247	0,246	0,011	0,013	0,194	0,195	0,199	0,010	0,013	0,274	0,268	0,260	0,009	0,014	0,285	0,278	0,278	0,015	0,011
36	0,144	0,140	0,137	0,014	0,011	0,069	0,070	0,070	0,013	0,008	0,150	0,135	0,134	0,021	0,008	0,216	0,217	0,208	0,007	0,017
43	0,117	0,119	0,120	0,009	0,005	0,079	0,081	0,084	0,008	0,008	0,103	0,103	0,104	0,008	0,003	0,171	0,172	0,172	0,010	0,005
51	0,141	0,142	0,142	0,008	0,006	0,086	0,08	0,090	0,010	0,009	0,099	0,101	0,101	0,008	0,004	0,238	0,237	0,237	0,005	0,004