GUSTAVO ALBERTO RUBINO

**Avaliação da eficiência de sistemas rotatórios na desobturação de canais,
através da Microtomografia de raios-X**

São Paulo

2012

GUSTAVO ALBERTO RUBINO

**Avaliação da eficiência de sistemas rotatórios na desobturação de canais,
através da Microtomografia de raios-X**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Giulio Gavini

São Paulo

2012

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.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Rubino, Gustavo Alberto.

Avaliação da eficiência de sistemas rotatórios na desobturação de canais, através da microtomografia de raios-X / Gustavo Alberto Rubino; orientador Giulio Gavini. -- São Paulo, 2012.

86 p. : fig.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Endodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Microtomografia computacional. 2. Níquel. 3. Titânio. 4. Guta-percha - Remoção. 5. Materiais obturadores do canal radicular. I. Gavini, Giulio. II. Título.

Rubino GA. Avaliação da eficiência de sistemas rotatórios na desobturação de canais, através da Microtomografia de raios-X. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: /   /2012

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a)._____Instituição: _____

Julgamento: _____Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a)._____Instituição: _____

Julgamento: _____Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a)._____Instituição: _____

Julgamento: _____Assinatura: _____

A meu pai, Antonio Carlos Rubino, que sempre me apoiou nas minhas decisões, ajudou a trilhar meu caminho através de suas sábias orientações, e além de pai é o meu melhor amigo. A minha mãe, Edeli Lúcia da Silva Rubino (*in memoriam*), por toda a educação, amor e carinho durante toda a sua vida. Amo vocês.

A Simone Gratieri Rubino, minha esposa e companheira, sempre se mostrou solícita e compreensiva em diversas vezes que eu precisei me ausentar e mesmo assim me apoiou em todos os momentos. Obrigado por permitir que eu entrasse na sua vida. Te amo.

A todos os meus familiares, pois tenho enorme carinho por todos os meus tios, que são considerados como pais, a todas as minhas tias que considero como mães e a todos os meus primos e primas que são meus verdadeiros irmãos.

A minha avó, Verônica Pattaro Rubino, que é a responsável pela união familiar. Orgulho-me muito da senhora.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Giulio Gavini, meu especial agradecimento. Obrigado por permitir que eu fosse seu orientado, o que é uma honra. Agradeço os momentos de sábias orientações em minhas freqüentes dúvidas e por ser uma pessoa sempre tranqüila e paciente. Seus ensinamentos sempre estarão guardados na minha memória e me servirão de exemplo para toda a vida.

A todos os professores do Departamento de Endodontia, pela atenção e cordialidade oferecidas em todos os momentos.

A todos os professores do curso de mestrado que contribuíram para o meu aprimoramento intelectual e pessoal favorecendo a minha evolução.

A meus amigos de pós-graduação, Felipe, George, Leandro, Mário, Regina e Rodrigo pelos ótimos momentos de companheirismo.

A secretaria do departamento de Dentística, em especial a Ana Maria.

A técnica do laboratório 3D da FORP, Adriana Luisa Gonçalves de Almeida, pelas ótimas imagens obtidas e ensinamentos de como analisá-las.

Ao prof. Dr. Manoel Damião de Sousa-Neto pela cordialidade e receptibilidade ao abrir o seu laboratório para utilização.

A minha colega Grazielle Bianchi, que sempre se demonstrou prestativa ao ajudar-me em relação aos programas CTAn e CTVol.

A meus amigos da UNISANTA, Alexandra, Alexandre, Akisue, Breno, Carmo, Celso, Danilo, Dirce, Érico, Jacob, Maurílio e Simone por proporcionar ótimas tardes de sexta feira tornando o ensino mais fácil e prazeroso.

A todos os meus familiares e amigos, que tornam diariamente a minha vida mais especial.

"Tente mover o mundo - o primeiro passo será mover a si mesmo."

Platão

Rubino GA. Avaliação da eficiência de sistemas rotatórios na desobturação de canais, através da Microtomografia de raios-X [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2012. Versão Original.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, *ex vivo*, a eficiência dos sistemas rotatórios ProTaper Universal Retreatment Files e Mani Retreatment Files na desobturação de raízes mesiais de molares inferiores, obturadas pela técnica de ondas contínuas de condensação, determinando-se o volume percentual de material obturador remanescente no sistema de canais radiculares, utilizando-se a microtomografia de raios-X. Um total de 18 molares inferiores portadores de dois canais radiculares mesiais que possuíam curvatura entre 25° e 35° e raio de curvatura menor que 10mm, foram preparados até o instrumento 35/.04 Mtwo. Em seguida foram obturados com guta percha e cimento endodôntico AH-Plus pela técnica de ondas contínuas de condensação e mantidos em estufa a 37°C por sete dias. Imagens microtomográficas dos dentes obturados foram realizadas utilizando o microtomógrafo SkyScan 1172 e parâmetros de 100kV e 100µA, gerando imagens de tamanho de 11,88µm. Em seguida, os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais de acordo com o tipo de instrumento de retratamento avaliado, ProTaper Retreatment Universal Files (PR) e Mani Retreatment Files (MR). De início, a desobturação dos canais radiculares foi realizada com a utilização de brocas de largo associadas a uma gota de solvente para que então os instrumentos de cada sistema fossem utilizados até que a desobturação até o nível do comprimento real de trabalho, fosse alcançada. Após novo escaneamento, as imagens foram reconstruídas utilizando-se o software NRecon e analisadas pelo software CTAn, permitindo a obtenção dos dados quantitativos das amostras. Empregou-se o teste *t* de Student para determinar a ocorrência de diferença estatística entre os grupos experimentais ($p < 0.05$). Os volumes, inicial e final médios (mm³) de material obturador remanescente foram de 17,72 e 2,12 para o grupo PR e de 16,61 e 3,71 para o grupo MR, respectivamente. O grupo PR apresentou o menor volume percentual médio de material obturador remanescente ($12,76 \pm 6,93\%$), quando comparado ao MR ($23,54 \pm 10,60\%$), observando-se

diferença estatisticamente significativa. Nenhum dos dois sistemas testados, foi capaz de remover completamente o material obturador do interior dos canais radiculares. O sistema rotatório ProTaper Universal Retreatment Files mostrou-se mais eficiente que o sistema Mani Retreatment Files na desobturação de canais mesiais de molares inferiores, obturados pela técnica de ondas contínuas de condensação. As características dos sistemas rotatórios de retratamento podem interferir no volume percentual de material obturador remanescente e conseqüentemente na sua eficiência de desobturação.

Palavras-chave: Microtomografia computadorizada. Níquel-titânio. Remoção de guta percha. Retratamento endodôntico.

Rubino GA. Evaluation of the efficiency of rotary systems on remove filling materials through X-Ray microtomography [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2012. Versão Original.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate, ex vivo, the efficiency of rotary ProTaper Universal Retreatment Files and Mani Retreatment Files in removal procedure of the mesial roots of mandibular molars, obturated by the technique of continuous wave of condensation, determining the volume percentage of material remaining filling in root canals, using the X-Ray micro-CT. A total of 18 mandibular molars with two root canals which had mesial curvature between 25° and 35° and the radius of curvature smaller than 10mm, were prepared by the instrument Mtwo size/taper 35/.04. They were then filled with gutta-percha and sealer Ah-Plus by the technique of continuous wave of condensation and maintained at 37°C for seven days. Micro-CT images of the teeth was carried out using the device SkyScan 1172 on 100kV and 100µA as parameters, generating images size 11.88 micrometers. Then the teeth were randomly divided into two groups according to the type of instrument retreatment evaluated ProTaper Universal Retreatment Files (PR) and Mani Retreatment Files (MR). Initially, the procedure for remove the root canal obturation was performed with Largo burs associated with a drop of solvent so that the instrument of each system could be used until the complete removal procedure was reached. After re-scanning, the images were reconstructed with the software used NRecon and analyzed by CTAn software, allowing to obtain quantitative data of the samples. We used the Student *t* test to determine the occurrence of significant differences between experimental groups ($p < 0.05$). The mean initial and final volumes (mm^3) of the remaining filling material were 17.72 and 2.12 for the P group and 16.61 to 3.71 for group MR, respectively. The PR group had the lowest average volume percentage of remaining filling material ($12.76 \pm 6.93\%$) when compared to MR ($23.54 \pm 10.60\%$), with a statistically significant difference. Neither of the systems tested were able to completely remove the filling material inside the root canals. The rotary system ProTaper Universal Retreatment Files was more efficient than the system Mani Retreatment Files in removal procedure of mesial canals, filled with the technique of

continuous wave of condensation. The characteristics of rotary retreatment system may interfere with the volume percentage of remaining filling material and consequently the efficiency of removal procedure.

Keywords: Computed micro-tomography. Gutta-percha removal. Nickel titanium. Root canal retreatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Composição do microtomógrafo de Raios-X SkyScan 1172.....	49
Figura 4.2 – Espécime posicionado sobre o porta amostras.....	51
Figura 4.3 – Porta amostra posicionado no aparelho de microtomografia.....	51
Figura 4.4 – Vista geral do aparelho com o espécime em posição.....	52
Figura 4.5 – <i>Top of selection</i>	55
Figura 4.6 – <i>Bottom of selection</i>	56
Figura 4.7 – <i>Region of Interest</i>	57
Figura 4.8 – Histograma de um dente obturado.....	57
Figura 5.1 – Imagem de um dente obturado e desobturado pelo sistema ProTaper Universal Retreatment Files.....	61
Figura 5.2 – Imagem de um dente obturado e desobturado pelo sistema Mani Retreatment Files.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Relação entre instrumento utilizado e torque, indicado para os instrumentos rotatórios modelo Mtwo, segundo o fabricante.....	47
Quadro 4.2 - Parâmetros de aquisição das imagens, utilizados no escaneamento.....	50
Quadro 4.3 –Especificações dos instrumentos utilizados.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Volumes inicial e final médios (mm^3), Volumes percentuais médios (%)	59
Tabela 5.2 - Volumes inicial e final médios (mm^3), os Volumes percentuais médios (%) e os desvios padrões.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
CRT	Comprimento real de trabalho
2D	Duas dimensões
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
HL	Haste Longa
MR	Mani Retreatment Files
MOR	Material Obturador Remanescente
mL	Mililitros
mm	Milímetros
mm ³	Milímetros Cúbicos
μ	Micro
μA	Microampere
μm	Micrometros
μTC	Micro Tomografia Computadorizada
N/cm	Newton por centímetro
NiTi	Níquel-Titânio
PT	ProTaper
PR	ProTaper Retreatment Files
kV	Quilovolt
ROI	Região de Interesse
RPM	Rotações por minuto
SAF	Self-Adjustment Files
TC	Tomografia computadorizada
3D	Três dimensões

LISTA DE SÍMBOLOS

°	Graus
°C	Graus <i>Celsius</i>
#	Número
n°	Número
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Sucesso e insucesso do tratamento endodôntico	18
2.2 Retratamento endodôntico	20
2.3 Tomografia Computadorizada de raios - X	24
2.3.1 Microtomografia Computadorizada de raios - X	29
2.3.1.1 <i>Anatomia</i>	29
2.3.1.2 <i>Preparo químico mecânico</i>	33
2.3.1.3 <i>Obturação e desobturação</i>	41
3 PROPOSIÇÃO	44
4 MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1 Seleção dos dentes	45
4.1.1 Preparo dos espécimes	46
4.2 Obturação	47
4.3 Exames microtomográficos	48
4.4 Divisão dos grupos experimentais	52
4.5 Desobturação	52
4.6 Análise dos dados	55
5 RESULTADOS	59
6 DISCUSSÃO	62
7 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	68
ANEXO	81

1 INTRODUÇÃO

A taxa de sucesso do tratamento endodôntico varia de acordo com o diagnóstico e situação pulpar. Este sucesso depende de vários fatores tais como o preparo químico-mecânico, obturação dos canais radiculares e a qualidade da restauração realizada após o tratamento endodôntico.

Com o avanço tecnológico, novas técnicas, materiais e instrumentais vêm sendo desenvolvidos diariamente. Nas últimas décadas o uso de instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio se popularizou entre os endodontistas, pois a sua utilização permite um maior conforto ao paciente e ao profissional, possibilitando um tratamento mais rápido e com uma centralização de preparo, manutenção da curvatura e possibilidade de manter o forame apical em sua posição original.

Após realizar um preparo criterioso, o profissional deve buscar um selamento hermético do canal radicular, evitando desta forma a infiltração de nutrientes que irão possibilitar a proliferação e expansão de microrganismos. Ainda não foi apresentada a técnica que permita o selamento total do sistema de canais radiculares. O que parece ser consenso é que o uso da guta percha plastificada associada a um cimento endodôntico é o recomendado para os casos de obturação, pois permite o preenchimento de fissuras e irregularidades que podem estar presentes no canal radicular. Mesmo o profissional, seguindo todos estes princípios e recomendações, enfrentam situações em que o êxito no tratamento não é obtido.

O tratamento adotado e preconizado há muito tempo, para os casos de insucesso do tratamento endodôntico, é o retratamento não cirúrgico dos canais radiculares. Existem diversas técnicas que possibilitam uma reintervenção endodôntica, dentre elas podemos citar a desobturação com limas manuais, uso de instrumentos rotatórios de aço inoxidável ou de NiTi, a utilização de calcadores aquecidos, ultrassom, limas em movimentos oscilatórios entre outros.

O uso de solventes como coadjuvante na desobturação dos canais radiculares é bem aceito e recomendado na literatura científica. Com o avanço dos instrumentos endodônticos de NiTi, os fabricantes desenvolveram sistemas que propõem a desobturação dos canais radiculares em menor tempo e maior efetividade, contribuindo para o êxito nestas situações.

Diversas metodologias têm sido empregadas para a avaliação de dentes obturados. A microtomografia computadorizada de raios-X é uma metodologia

contemporânea de alta precisão. Ela permite uma análise em alta definição das estruturas dentais, tais como anatomia radicular, forma de canais e espessura de parede radicular, permite avaliar as etapas do tratamento endodôntico, tais como: o grau de centralização do preparo químico mecânico, desgaste de curvatura, efetividade de desgaste e ação dos instrumentos endodônticos em paredes dentinárias, avaliação da obturação do canal radicular assim como a presença de bolhas ou falhas, avaliação de remoção de material obturador em casos de retratamento endodôntico assim como quantificar a massa e o volume do material remanescente. Esta análise permite a manutenção e preservação do espécime em questão eliminando a possibilidade de perda de estrutura como acontece em muitas outras metodologias conhecidas.

A proposta deste estudo é avaliar a efetividade dos sistemas de limas de retratamento modelo ProTaper Universal Retreatment Files e Mani Retreatment Files pelo método da microtomografia computadorizada de raios-X, na remoção do material obturador encontrado no interior dos canais radiculares em casos onde seja necessária a realização de uma reintervenção endodôntica.

A hipótese de nulidade é que as características dos sistemas rotatórios não interferem no volume percentual de material obturador remanescente e conseqüentemente na sua eficiência de desobturação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sucesso e insucesso do tratamento endodôntico

Segundo Paiva e Antoniazzi (1993), a terapia endodôntica têm como objetivo primordial, obter processo reparativo no menor lapso de tempo após a intervenção praticada e que tenha seu fecho normal, como se nada houvesse acontecido permitindo assim ao dente o retorno às suas tarefas específicas. Para tanto é de suma importância que o profissional tenha conhecimento minucioso da anatomia dental, dos recursos e técnicas disponíveis para a realização adequada do diagnóstico e tratamento, minimizando os possíveis acidentes e complicações aumentando a taxa de sucesso e diminuindo as chances de ocorrerem as reintervenções endodônticas.

O sucesso do tratamento endodôntico está intimamente ligado à coleta de dados realizada durante a etapa de exame clínico acrescidos de exames de imagens como radiografias e tomografias computadorizadas. Porém, cabe ao endodontista a compreensão dos fundamentos gerais do processo reparador para permitir, através da correlação entre os achados clínicos associados aos exames de imagem, compreender a respeito do bom ou mau tratamento realizado e adotar medidas consequentes à superação de falhas e dificuldades ligadas à prática endodôntica (Paiva; Antoniazzi, 1993).

Independentemente do tipo de tratamento endodôntico realizado, o sucesso pode ser avaliado clinicamente através de sinais e sintomas apresentados pelo paciente e através de exames de imagens. Para isso é necessário um acompanhamento em períodos pré determinados e acordados entre o profissional e o paciente para a efetivação do sucesso.

A mais de meio século os endodontistas já se mostravam preocupados com o controle realizado em seus tratamentos, tanto nos prova, em clássico estudo realizado por Ingle em 1962 onde o autor realizou controle de 2 anos de 1229 tratamentos endodônticos realizados, chegando ao índice de 94.45% tidos como bem sucedidos e relatando que 63.46% dos fracassos estavam relacionados com a obturação do canal radicular.

Kerekes e Tronstad (1979), puderam observar, ao realizar controle clínico radiográfico em 501 canais tratados pelos estudantes da Universidade de Oslo, que o índice de insucesso girava em torno dos 5%. Em 61% dos casos de insucesso, os autores relatam que há associação com falhas na etapa de obturação e um selamento apical inadequado.

Sjögren et al. (1997) avaliaram o papel da infecção em tratamento endodôntico de 55 dentes, realizados em uma única sessão. Após a etapa de preparo químico cirúrgico foram realizadas coletas bacteriológicas. A taxa de sucesso, ou cura, ocorreu em 94% dos casos onde a cultura bacteriana se apresentou negativa. Já nos casos que apresentaram cultura positiva, a taxa de sucesso representou 68% dos casos. Os autores associam a taxa de insucesso à presença de microrganismos no interior do canal radicular justificando a necessidade de múltiplas sessões em casos de necrose pulpar, com o uso de medicação intra canal entre as sessões.

Salehrabi e Rotstein (2004), realizaram estudo epidemiológico em uma grande parte da população norte americana. Os autores acompanharam 1.126.288 pacientes que tiveram 1.462.936 canais tratados por um período de oito anos. Os tratamentos foram realizados por clínicos e endodontistas credenciados em um plano de seguro odontológico. Como resultados, os autores encontraram que após o período de avaliação, 97% dos dentes ainda permanecia na cavidade oral. Os casos que necessitaram de retratamento endodôntico giravam em torno de 3% e quando necessários ocorriam nos três primeiros anos. A análise dos dentes extraídos revelou que 85% dos dentes não possuíam tratamento restaurador coronário. Como conclusão os autores relatam que o tratamento endodôntico é um procedimento previsível com uma grande manutenção de dentes na cavidade oral após um período de 8 anos.

Ng et al. (2010), realizaram revisão sistemática para investigar as características encontradas na preservação de dentes que foram submetidos a tratamento endodôntico. A taxa de sobrevivência de dentes com tratamento endodôntico no período de preservação de 2 a 10 anos variou entre 86% e 93%.

Ricucci et al. (2011), realizaram o tratamento de 1369 canais e puderam perceber que a taxa de sucesso em casos de dentes portadores de polpa viva foi de 93,1% e dentes portadores de necrose radicular e sem rarefação óssea periapical a taxa de sucesso passou para 92,3%. Nos casos de polpa mortificada com rarefação

periapical menor que 5,0mm, os autores observaram que a taxa de sucesso foi 84,1% e de 78,2% quando os tratamentos foram realizados na presença de rarefações periapicais com mais de 5,0mm.

Ng et al. (2011), avaliaram 1170 canais submetidos a tratamento endodôntico e 1314 canais submetidos a retratamento endodôntico, por estudantes de pós graduação da UCL Eastman Dental Hospital de Londres. Os autores puderam concluir que a taxa de sucesso do tratamento endodôntico foi de 83% e dos casos de retratamento endodôntico foi de 80%.

Mesmo com a elevada taxa de sucesso do tratamento endodôntico, em alguns casos o profissional não atinge o êxito e há a necessidade de proceder com o retratamento dos canais radiculares.

2.2 Retratamento endodôntico

Uma das situações mais desafiadoras em odontologia são os casos de insucesso do tratamento endodôntico (Kim; Solomon, 2011). A preocupação durante o tratamento endodôntico deve ser ponto fundamental para o sucesso da terapia endodôntica. Se o retratamento endodôntico for necessário, uma avaliação clínica criteriosa deve ser realizada, para definir a melhor opção de reintervenção, sendo o principal objetivo desta, o acesso ao ideal comprimento de trabalho (Friedman; Stabholz, 1986; Stabholz; Friedman, 1988).

Allen et al. (1989) realizaram retratamento endodôntico com finalidade restaurativa em 48 dentes sem a presença de rarefação perirradicular. Como resultado, obtiveram 96,2% de sucesso. Como forma de complemento deste estudo, realizaram o retratamento de 41 dentes que apresentavam falha do tratamento anterior, obtendo um percentual de sucesso de 47,1%.

Aun e Santos (1989) avaliaram o tempo necessário em cinco diferentes métodos para a remoção de guta-percha e cimento em casos de retratamento. Foram comparados o uso somente de limas manuais, utilização de aparelhos sônicos, uso de aparelhos ultrassônicos, uso de aparelhos sônicos combinados com limas manuais e uso de aparelhos ultrassônicos combinados com limas manuais. Os

resultados demonstraram que os aparelhos sônicos e ultrassônicos precisaram de mais tempo para desobturar os canais radiculares.

Friedman et al. (1990), revisaram as técnicas disponíveis para remoção de guta-percha mais cimento nos casos de retratamento endodôntico. Os autores indicam o uso de solventes associados aos instrumentos manuais em desobturação de canais curvos, diminuindo a chance de haver algum tipo de acidente. Os autores relatam que o extravasamento de solvente para a região periapical pode ser prejudicial ao paciente.

Zakariasen et al. (1990), propuseram a eliminação do clorofórmio como solvente de guta-percha utilizado nos casos de retratamento endodôntico. Na técnica desenvolvida, era realizado o aquecimento do calcador de guta-percha junto ou separadamente do solvente eucaliptol. Em adição, também eram utilizados o ultra-som e brocas Gates-glidden, como agentes complementares de limpeza do canal. Os resultados demonstraram que o eucaliptol quando aquecido produziu bons resultados na desobturação do canal radicular.

Maciel e Scelza (2006), compararam *ex vivo*, a eficiência da remoção de material obturador de 100 dentes unirradiculares que foram submetidos ao retratamento endodôntico, através de duas técnicas: manual e automatizada. Foi concluído que os instrumentos K3 e ProTaper foram mais eficientes na remoção de guta-percha do que a utilização de limas manuais.

Gu et al. (2008) avaliaram a eficiência dos instrumentos ProTaper Universal Retreatment Files na remoção de guta percha do interior do canal radicular de 60 dentes unirradiculares. Os autores concluíram que a remoção de guta-percha com os instrumentos ProTaper Universal Retreatment Files é um método eficiente nos casos de retratamento endodôntico.

Hammad et al. (2008) utilizaram oitenta dentes unirradiculares em seu estudo. Os dentes tiveram suas coroas removidas foram preparados, obturados e desobturados comparando duas diferentes técnicas: Protaper Universal Retreatment Files e limas manuais tipo-k. Os autores concluíram que nenhuma das técnicas avaliadas foram capazes de remover completamente o material obturador do interior dos canais radiculares. Em comparação, a técnica manual foi mais eficiente do que as limas ProTaper Universal Retreatment Files na remoção de guta-percha.

Em estudo semelhante, Dall'Agnol et al. (2008) compararam a eficiência de diferentes técnicas de remoção de material obturador do interior do canal radicular.

Sessenta raízes mesiais de molares inferiores humanos extraídos foram utilizados. Os canais radiculares foram obturados e, após 6 meses, os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos, de acordo com a técnica de desobturação: Grupo A - instrumentos manuais tipo-k; Grupo B - instrumentação oscilatória e Grupo C - Instrumentação rotatória com instrumentos ProTaper. Os autores concluíram que nenhuma técnica foi capaz de remover por completo o material obturador e que a técnica oscilatória removeu menor quantidade de guta-percha do interior dos canais radiculares.

O objetivo de Giuliani et al. (2008) foi avaliar a eficácia de três diferentes técnicas na remoção de materiais obturadores. Quarenta e dois dentes anteriores unirradiculares foram selecionados, preparados e obturados com guta-percha e cimento. O material obturador foi removido com a ação conjunta do solvente e do sistema rotatório ProTaper Universal Retreatment (G1), sistema ProFile de conicidade 0.06 (G2) e instrumentos manuais tipo-k (G3). A técnica que apresentou melhores resultados para a remoção de material obturador foi a do ProTaper Universal Retreatment Files. As técnicas que empregaram limas de NiTi foram significativamente mais rápidas na desobturação quando comparadas à técnica manual.

Ünal et al. (2009) realizaram estudo *ex vivo* e compararam a eficácia de remoção de guta-percha em canais curvos utilizando limas manuais tipo-k associadas a limas Hedström, instrumentos ProFile, R-Endo e ProTaper Universal Retreatment Files. Para todas as técnicas foi utilizado Eucaliptol como solvente. Os autores obtiveram como resultado que não houve diferença significativa na remoção de guta-percha no terço cervical, médio e apical. Somente em três espécimes houve a completa remoção do material obturador quando a técnica com limas manuais foi empregada. Os instrumentos ProTaper Universal Retreatment Files e R-Endo foram menos eficazes na remoção do material obturador quando comparados com a técnica manual e instrumentos ProFile.

Marfisi et al. (2010), avaliaram a eficácia de três diferentes sistemas rotatórios de níquel titânio na desobturação de canais. Foram testados os sistemas ProTaper Universal Retreatment Files, Mtwo Retreatment Files e Twisted Files. Os autores chegaram as conclusões de que nenhum sistema removeu por completo o material obturador presente no interior dos canais radiculares. Os instrumentos Mtwo Retreatment Files necessitaram de menos tempo para remover o material obturador

do interior do canal radicular do que os outros sistemas avaliados.

Em estudo *ex vivo*, Bramante et al. (2010) avaliaram a liberação de calor, tempo e eficácia de limpeza do sistema Mtwo Retreatment Files, ProTaper Universal Retreatment Files e instrumentação manual na remoção de material obturador. Sessenta dentes humanos unirradiculares, portadores de um único canal foram obturados com guta-percha e cimento à base de óxido de zinco e eugenol para posteriormente serem desobturados. Nenhuma das técnicas removeu completamente o material obturador. A desobturação do canal radicular com o sistema ProTaper Universal Retreatment Files foi mais rápido mas produziu maior liberação de calor. O sistema Mtwo Retreatment Files produziu menor liberação de calor do que as outras técnicas mas foi menos eficaz na remoção de guta-percha/cimento. Os autores concluíram que o sistema ProTaper Universal Retreatment Files e Mtwo Retreatment Files provocaram um maior e menor aumento da temperatura sobre a superfície da raiz, respectivamente; independentemente do tipo de instrumento, mais calor foi liberado no terço cervical. ProTaper Universal Retreatment Files removeu o material obturador em menos tempo que o sistema Mtwo Retreatment Files. Todas as técnicas deixaram debris de material obturador no interior dos condutos radiculares.

Fariniuk et al. (2011) avaliaram a eficiência dos instrumentos rotatórios tipo ProFile, GT, ProTaper, RaCe e K3 em comparação com as limas manuais tipo-K para remoção de guta-percha nos casos de retratamento. Os resultados indicam que os instrumentos GT, ProFile, ProTaper e K3 foram mais eficazes na remoção de guta-percha do que as limas manuais tipo-k e os instrumentos rotatórios Hero.

Rödig et al. (2012) realizaram estudo para comparar a eficiência de dois sistemas rotatórios de NiTi para retratamento e limas manuais Hedström na remoção de materiais obturadores em canais radiculares curvos. Um total de 57 dentes extraídos foram preparados utilizando instrumentos FlexMaster e obturados com guta-percha associada ao AH-Plus. As obturações foram removidos com os instrumentos D-RaCe, ProTaper Retreatment Universal ou limas tipo Hedström. Os autores concluíram que os instrumentos D-RaCe deixaram uma menor quantidade de material obturador nos canais radiculares quando comparados com os instrumentos ProTaper Universal Retreatment e os instrumentos manuais. As limas tipo Hedström removeram significativamente menos dentina que ambos os sistemas rotatórios de NiTi. O retratamento com sistemas rotatórios de NiTi resultou

em uma maior incidência de acidentes.

Diversas metodologias foram aplicadas para a avaliação da obturação dos canais radiculares, ao longo dos tempos. A tomografia computadorizada de raios-X é uma metodologia que possibilita a visualização dos dentes e suas estruturas em três dimensões sem que o espécime seja destruído.

2.3 Tomografia Computadorizada de raios-X

A tomografia computadorizada de raios-X (TC) é uma técnica que permite a visualização e a mensuração de parâmetros morfológicos do interior de espécimes sem ocasionar sua destruição, sendo assim uma técnica de caracterização de amostras (partes humanas) ou materiais. Sua utilização mais difundida e de impacto na sociedade tem sido na medicina sendo o campo do diagnóstico a sua principal utilização.

Em outras áreas correlatas à área médica, como a odontológica, a tomografia tem sido também utilizada, mas o alto custo desses equipamentos têm influenciado na sua menor utilização.

Um dos primeiros experimentos que utilizou a TC em Endodontia, Tachibana e Matsumoto (1990) avaliaram a sua aplicabilidade na análise de elementos dentais *in vivo*. Eles observaram através de imagens obtidas de cortes sagitais e axiais, a morfologia de dentes superiores e inferiores em adultos e a sua relação com o ligamento periodontal. Os autores concluíram que a principal vantagem é a possibilidade de visualização de estruturas não identificadas pela radiografia convencional, e que apesar de ser interessante a visualização das imagens radiculares em 3D, a TC tem seu uso limitado devido principalmente à falta de precisão, à alta dose de radiação e ao alto custo.

O uso da TC foi empregado por Gambill et al. (1996) para comparar os canais preparados por limas manuais de níquel-titânio (NiTi) e limas manuais de aço inoxidável. Os resultados mostraram que a metodologia utilizada neste estudo pode ser repetitiva não-invasiva e possibilita avaliar certos aspectos da instrumentação endodôntica, tais como canal de transporte do forame, remoção da dentina, e o preparo final do canal.

Ohishi et al. (1999), utilizaram a tomografia computadorizada para examinar a anatomia da raiz em três casos de tubérculos paramolar. As imagens mostraram claramente a estrutura dos tubérculos paramolar, incluindo a sua morfologia do canal radicular. A raiz do tubérculo paramolar foi unida com a raiz disto-vestibular, em cada caso. Os canais foram observados em todos os tubérculos e foram ligados com os canais em raízes disto-vestibular a vários níveis. Em um caso, a informação de imagem foi útil para o tratamento endodôntico. Foi mostrado que as imagens 3D podem ser utilizadas em pré-clínica e nos procedimentos endodônticos.

Velvart et al. (2001) realizaram estudo utilizando 50 pacientes para comparar as informações obtidas em diagnóstico a partir de radiografia dental convencional bidimensional (2D) e de TC de alta resolução, no que diz respeito à detecção de lesões endodônticas e a sua relação com importantes estruturas anatômicas vizinhas. Concluíram que a utilização de exames 3D, fornecem informações adicionais, não encontradas em exames 2D nos casos de planejamento para realização de cirurgia periapical de pré-molares e molares inferiores. Por exemplo, a dificuldade na localização do forame mentoniano por método radiográfico pode ser uma indicação para utilização de imagens 3D nos casos em que seja necessário o planejamento cirúrgico.

Barletta et al. (2007), utilizaram a tomografia computadorizada para comparar 2 diferentes técnicas mecânicas para a remoção da guta-percha em casos de retratamento endodôntico.

Nessa última década foi desenvolvida a Tomografia Computadorizada *Cone Beam* (TCCB) ou Tomografia de Feixe Cônico. O primeiro aparelho a utilizar a tecnologia da TCCB foi o NewTom 9000, desenvolvido na Itália por Mozzo et al. em 1998. Este tipo de tomografia computadorizada utiliza um feixe de raios-X em forma de cone, ao contrário da utilização de um feixe em forma de leque, como nas tomografias médicas, adquirindo imagens de todo o volume do objeto a ser avaliado. Oferece imagens relativamente em alta resolução para uma avaliação eficaz da morfologia do canal radicular.

Gluskin et al. (2001) analisaram o preparo do canal radicular com instrumentos Profile GT de canais mesiais de molares inferiores por meio da TC realizados por estudantes de odontologia e compararam com os preparos realizados com limas de aço inoxidável Flexofile. Os resultados mostraram que o sistema rotatório proporcionou menor ampliação dos terços cervical e médio, menor

transporte em direção à região de furca e menor tempo médio de preparo. Assim, concluíram que o sistema ProFile GT permitiu aos alunos preparar canais curvos com menor transporte, maior conservação de estrutura e maior rapidez.

A possibilidade de utilização de tomografia computadorizada de baixas doses e baixo custo na obtenção de informações atômicas nos casos de planejamento de cirurgias perirradiculares através de acesso vestibular foi explorada com sucesso (Rigolone et al. 2003).

Este tipo de tomografia possibilita o seu uso em endodontia desde o diagnóstico e avaliação da maioria das etapas do tratamento endodôntico, tais como determinação do comprimento e configuração do canal radicular e a presença de canais acessórios (Heidrich et al. 2005).

Hanning et al. (2005) utilizaram a TCCB para visualizar fraturas radiculares verticais em dentes extraídos. Fraturas radiculares verticais foram detectadas com sucesso com uma resolução espacial de 140µm.

Sato et al. (2005) realizaram estudo comparativo para avaliar a trajetória do canal mandibular dentro da mandíbula em regiões de molares utilizando tomografia computadorizada e radiografia panorâmica e dissecação posterior da mandíbula. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada foi um exame de imagem exato. Tal informação é crucial para o planejamento e também o tratamento durante o curso de endodontia.

Mesmo que resolução não seja tão elevada como nas radiografias convencionais, a possibilidade de aquisições de imagens 3D e uma resolução mais elevada associadas a uma dose significativamente menor do que as tomografias utilizadas em área médica, faz de TCCB a modalidade de escolha em situações desafiadoras que exigem localização e caracterização dos canais radiculares (Guillaume et al. 2006).

Hartmann et al. (2007) utilizando a TC, analisaram a ocorrência do transporte de canais curvos quando da comparação de três técnicas de preparo (G1 - técnica manual com limas tipo-K; G2 - técnica oscilatória com limas tipo K e G3 - técnica rotatória com o sistema ProTaper). As imagens tomográficas pré e pós-operatórias das secções transversais a 3,0mm do forame apical foram superpostas e comparadas. Os autores mostraram que técnica manual produziu significativamente menos transporte do que as técnicas rotatórias e oscilatórias.

Versiani et al. (2008) por meio de TC, avaliaram a influência do desenho do instrumento na capacidade de modelagem de três sistemas rotatórios de NiTi (ProTaper, ProFile e sistema GT) em canais mesiais curvos de molares inferiores. As imagens dos cortes transversais nos terços apical, médio e coronal foram comparadas. Os autores concluíram que todos os instrumentos foram capazes de manter a curvatura dos canais até o diâmetro #30, sem erros significativos.

Barletta et al. (2008) avaliaram três técnicas de desobturação do canal radicular pelo método da tomografia computadorizada. Foram obturados, com cimento a base de oxido de zinco e eugenol associados a guta percha, setenta e cinco incisivos inferiores e separados em três diferentes grupos, de acordo com a técnica de desobturação empregada. Brocas Gates Glidden associadas a limas manuais tipo-k foram utilizadas no grupo 1 (G1), limas tipo-k em movimento recíproco para o grupo 2 (G2) e instrumentos tipo ProTaper para o grupo 3 (G3). Os dentes foram escaneados antes e após a desobturação. A média de material obturador removido foi de 94,88%. A técnica mais efetiva foi observada no G2 onde foram utilizadas limas manuais em movimentos recíprocos e a técnica menos eficaz para a desobturação dos canais radiculares foi a técnica empregada no G1 onde foram utilizadas brocas Gates Glidden e limas manuais tipo-k. Os autores concluem que a TC provou ser um método confiável para avaliação das técnicas de desobturação dos canais radiculares.

Pasternak-Júnior et al. (2009) avaliaram, por meio da tomografia computadorizada, o índice de centralização e o grau de transporte de canais mésio-vestibulares curvos de molares superiores após o preparo com instrumentos rotatórios RaCe valendo de 2 diferentes diâmetros apicais (#35 e #50). Os autores concluíram que os instrumentos RaCe permitiram a instrumentação de canais radiculares curvos com diâmetro maior, com mínimo transporte e adequada centralização.

Gergi et al. (2010) compararam o transporte do canal e a capacidade de centralização dos instrumentos rotatórios de NiTi, Twisted Files (TF), associação Pathfile/Protaper e de instrumentação por limas do tipo-K, utilizando a tomografia computadorizada. Foram observadas uma ocorrência menor de transporte e uma melhor capacidade de centralização quando do uso das limas TF, enquanto que as limas tipo-K apresentaram maiores índices de transportes. Concluiu-se que o sistema TF mostrou um melhor comportamento nas variáveis deste estudo.

Mais recentemente, surgiram alternativas comerciais de equipamentos com uma faixa de preço muito inferior aos equipamentos médicos e com resoluções e características mais adequadas ao uso na odontologia.

2.3.1 Microtomografia Computadorizada de raios-X

Uma das mais recentes inovações da engenharia para a medicina, com o objetivo de estudo, é a microtomografia computadorizada de raios-X (micro-TC ou μ TC). Trata-se de uma forma miniaturizada da tomografia computadorizada utilizada na área médica, com resolução na ordem de micrômetros, que, juntamente com os avanços dos programas de gerenciamento de imagens, permite seu uso na odontologia, especialmente na investigação endodôntica.

A microtomografia computadorizada de raios-X de é um sistema com modo de aquisição *Cone-Beam*, composto por um feixe de microfoco de raios-X refrigerado e câmera CCD (*charged couple device*) acoplada. O sistema permite a regulação da potência e amperagem, assim como variações de rotação da amostra.

A partir das centenas de projeções das imagens obtidas, o computador sintetiza secções (cortes) virtuais bidimensionais (2D) com resolução no grau de micrômetros. Tais equipamentos permitem também a obtenção de múltiplas imagens do objeto e posterior reconstrução 3D com a possibilidade de, com recursos computacionais, visualizar e navegar no interior da imagem reconstruída.

2.3.1.1 Anatomia

Rhodes et al. (1999) avaliaram a validade da micro-TC de raios-X como metodologia de estudo do espaço interno do canal radicular e da área da superfície externa. Dez molares inferiores foram escaneados antes e depois de instrumentados, e em seguida as raízes foram seccionadas nos níveis de 0; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5mm aquém do ápice radicular. As imagens das secções transversais foram comparadas com as imagens de micro-TC de raios-X. Os autores encontraram alta significância de correlação entre as imagens e concluíram que a micro-TC de raios-X é uma técnica reproduzível para avaliação tridimensional menos invasiva.

Oi et al. (2004) observaram através de imagens tridimensionais obtidas por micro-TC de raios-X as alterações morfológicas das cavidades pulpar de primeiros pré-molares superiores nas faixas etárias de 20, 40 e 60 anos. Foram analisadas e

comparadas as características morfológicas das cavidades pulpares em relação ao volume na região do corno pulpar, toda a região da câmara pulpar e os diâmetros dos orifícios de entrada vestibular e lingual dos canais radiculares. Observou-se que a proporção em volume, e diâmetro do canal radicular, assim como a largura mésio-distal e as alturas da cavidade da polpa diminuíram com o passar da idade. O trabalho permitiu concluir que a imagem tridimensional obtida por micro-TC de raios-X permite analisar as diferenças morfológicas do dente em questão deixando clara a presença de alterações de forma e tamanho da cavidade pulpar de acordo com as diferentes faixas etárias.

Fan et al. (2008) utilizando a micro-TC de raios-X, investigaram a morfologia dos sulcos radiculares e das secções transversais dos canais radiculares de 86 primeiros pré molares inferiores que apresentaram raízes com sulcos e canais em forma de C. Os dentes foram escaneados com uma resolução de 37µm. A localização, comprimento e profundidade dos sulcos foram analisadas. A secção transversal dos canais radiculares foi avaliada em 11 diferentes níveis. Foram encontrados 93 sulcos radiculares dos dentes avaliados e a maioria desses sulcos (78,5%) foi encontrada na superfície mésio-lingual das raízes. O canal em forma de C pode variar consideravelmente em forma em diferentes níveis, sendo a incidência de dois canais no terço médio e apical foi de 21% e 80%, respectivamente. Este estudo mostrou que sulcos radiculares podem apresentar variações morfológicas relevantes no sistema de canais radiculares quando a raiz em forma de C está presente em pré-molares inferiores.

Gu et al. (2009) investigaram as características anatômicas dos istmos presentes nas raízes mesiais de molares inferiores pelo método da microtomografia de raios-X. Trinta e seis primeiros molares inferiores foram coletados da população chinesa e divididos em três grupos de acordo com a idade do paciente: 20 a 39 anos (grupo A), 40 a 59 anos (grupo B) e 60 anos ou mais (grupo C). Os dentes foram escaneados com uma resolução de 15µm e reconstruídos para que então a prevalência e o tipo de istmo fossem avaliados. A porcentagem de istmos presentes nos grupos A, B e C foi de 50%, 41% e 24% respectivamente. Os autores concluem que a prevalência de istmos nas raízes mesiais de primeiros molares inferiores é alta, particularmente nos 4 a 6mm apicais no grupo de 20 a 39 anos (81%). A prevalência dos istmos diminui de acordo com o passar da idade e que a inabilidade

de tratamento destas regiões pode ser a causa de insucesso nos casos de tratamento endodôntico de molares inferiores.

Park et al. (2009) analisaram através da microtomografia computadorizada de raios-X, a configuração da curvatura da raiz méso-vestibular de 46 primeiros molares superiores em resolução de 19,5µm. Os resultados mostraram que quase dois terços (65,2%) dessas raízes apresentaram dois canais, menos de um terço (28,3%) tinha apenas um canal e alguns (6,5%) tinham três canais. A configuração mais encontrada foi de dois canais distintos (tipo III: 37,0%), seguido por um único canal (tipo I: 28%), dois canais que se unem (tipo II: (17,4%), um canal que se divide em dois (tipo IV: 10,9%), e três canais (tipo V: 6,5%). Os autores concluíram que a micro-TC de raios-X apresentou uma análise profunda das configurações do canal, assim como o comprimento, curvatura, localização de segmentos, calcificações e comprovou a alta incidência de mais de um canal na raiz méso-vestibular de molares superiores.

Agematsu et al. (2010) analisaram a diminuição tridimensional do volume da câmara pulpar devido à formação de dentina secundária ao longo dos anos através da micro-TC de raios-X. Os autores escanearam 258 dentes unirradiculares em resolução de 60µm. Os resultados demonstraram que a diminuição da câmara pulpar se dá em maior incidência no sexo feminino, e que esta diminuição ocorre geralmente entre cinquenta e sessenta anos nos homens e entre quarenta e cinquenta anos nas mulheres.

Versiani et al. (2011b) investigaram a anatomia interna e externa de 14 caninos inferiores humanos extraídos portadores de duas raízes e dois canais distintos utilizando a microtomografia computadorizada de raios-X. Foi avaliado o tamanho das raízes, as regiões de furca, a presença de canais acessórios, a distância média entre as várias estruturas anatômicas, a posição do forame apical, a direção das curvaturas, as áreas e os volumes dos canais radiculares. Os resultados mostraram que o tamanho médio das raízes vestibulares e linguais foi semelhante em 29% da amostra. Nenhuma curvatura na direção bucal ou lingual foi encontrada. Foram encontrados 21% de raízes em forma de “S”. A localização do forame apical variou consideravelmente, tendendo-se para a direção méso-vestibular em ambas as raízes. Canais laterais e bifurcação foram observados no terço cervical em 29% e 65% respectivamente. Os autores concordaram com a efetividade da µCT na avaliação da morfologia de caninos inferiores que possuem 2 canais.

Gu et al. (2011) realizaram estudos com finalidade de analisar a morfologia do canal radicular através da micro-TC de raios-X de 23 molares inferiores com relação aos ápices radiculares e furcas, diâmetros, espessuras, e conicidade do canal mésio-vestibular (MV), mésio-lingual (ML), disto-vestibular (DV) e disto-lingual (DL). Os resultados demonstraram que houve uma menor ocorrência de furcas na região distal do que na região mesial e que as paredes distal e mesial apresentavam-se menos espessas do que a vestibular e lingual. A conicidade VL média era maior do que o MD para cada canal, exceto a porção média do canal. Mostrou-se também que o comprimento, largura, diâmetro, espessura da parede, e conicidade VL dos canais DV são em média maiores do que os canais DL. Concluíram que uma análise geométrica do canal é indispensável para um bom tratamento endodôntico.

Meder-Cowherd et al. (2011) utilizando a micro-TC de raios-X, determinaram, em 40 raízes palatinas de molares, os fatores morfologia e incidência da constrição apical por ser esta estrutura um ponto de referência no tratamento endodôntico ainda não tão bem definida. Foram classificadas em presentes e ausentes e quanto a morfologia (cônica, paralela, simples, larga ou delta). Os resultados mostraram não haver constrição em 65% dos casos e a morfologia analisada foi paralela em 35%, simples em 19%, larga em 18%, cônica em 15% e em forma de delta em 12% dos casos. Concluíram que por meio desta metodologia a constrição apical não esta comumente presente e quando presente é muito variável sua morfologia. Sendo assim não deve ser utilizada com referência na etapa de preparo e obturação.

Li et al. (2012) escanearam 115 pré molares superiores em micro-TC de raios-X com resolução de 14,97 μ m. O orifício de canal lingual foi localizado por medições feitas nas vistas lingual e proximal. O ângulo alfa (α) entre o início do canal lingual e do canal principal e o ângulo beta (β) da curvatura do canal lingual também foram avaliados. Os autores encontraram nas faces proximais que 69% dos canais linguais estavam localizados em terço médio e permaneceram desta forma até o terço apical. Já em vista lingual, 73% estavam localizados em terço médio da raiz e o restante em terço coronário. Os autores concluem que as informações detalhadas sobre o canal lingual são essenciais para sucesso do tratamento endodôntico de primeiros pré-molares inferiores. A face do dente utilizada para obtenção de imagens influenciou nas informações obtidas.

2.3.1.2 Preparo Químico-Mecânico

Peters et al. (2001) avaliaram por microtomografia computadorizada de raios-X os efeitos de quatro técnicas de preparo com instrumentos de NiTi na geometria do canal radicular. Um scanner de microtomografia computadorizada foi utilizado para analisar canais radiculares de molares superiores quanto ao volume e superfície de área. Quarenta molares superiores foram digitalizados pré e pós preparo dos canais utilizando instrumentos do tipo-K e instrumentos rotatórios de NiTi Lightspeed, ProFile .04 e GT. Os autores concluíram que a instrumentação aumentou o volume e a superfície de área, porém, deixaram cerca de 35% ou mais de áreas intocadas. No geral, houveram poucas diferenças estatisticamente significativas entre as quatro técnicas de instrumentação utilizadas.

Bergmans et al. (2001) aplicaram o uso da microtomografia computadorizada de raios-X para uma avaliação quantitativa do preparo dos canais radiculares. Os autores utilizaram microtomógrafo SkyScan 1172 para a obtenção de imagens pré e pós operatórias dos canais avaliados. Foram obtidas imagens detalhadas e precisas que possibilitaram, com o auxílio de um software específico, a reconstrução dos modelos em 3D. Os autores puderam concluir que esta metodologia é uma nova e objetiva maneira para a avaliação quantitativa da instrumentação do canal radicular utilizando microtomografia computadorizada e um software específico.

Peters et al. (2003) utilizaram a micro-TC de raios-X para avaliar a anatomia e a forma final dos canais radiculares, de diferentes geometrias, preparados com instrumentos de NiTi ProTaper Universal Files. Os autores escanearam 11 molares superiores pré e pós preparo dos canais radiculares em uma resolução de 36µm. As imagens 3D dos canais foram obtidas através de reconstrução e então foram avaliados pelo volume, área de superfície, espessura, transporte do canal e superfície preparada. Os autores concluíram que é possível o preparo de molares superiores utilizando os instrumentos rotatórios ProTaper sem que erros de procedimento sejam cometidos. Estes instrumentos são mais eficientes no preparo de canais estreitos quando comparados com o preparo de canais mais amplos.

Bergmans et al. (2003) compararam imagens de micro-TC de raios-X antes e depois do preparo de canais mesiais de 10 molares inferiores utilizando os sistemas rotatórios ProTaper e K3. Foram analisados os parâmetros de volume, curvatura,

quantidade de dentina removida e centralização do canal. Os autores concluíram que o sistema ProTaper removeu maior volume de dentina e obteve um maior deslocamento do canal em direção à furca.

Cheung e Cheung (2008) utilizando a microtomografia computadorizada de raio-X avaliaram a segurança e eficácia da utilização da combinação dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio Profile/Hero no preparo de canais radiculares em forma de C. Imagens pré e pós-operatória de 43 molares inferiores portadores de canais em forma de C foram analisados por meio da microtomografia computadorizada de raios-X em uma resolução de 30µm, quanto às alterações no diâmetro do canal e a quantidade de dentina remanescente. Os autores concluíram que em todos os casos, os canais apresentavam a mesma conicidade apresentada pelo último instrumento utilizado para realizar o preparo radicular e que a limpeza dos canais radiculares em forma de C é ineficiente, se realizada somente com limas rotatórias, os autores sugerem o uso de ultrassom associado ao uso das limas de NiTi para o preparo deste tipo de canal radicular.

Paqué et al. (2009) através da microtomografia computadorizada de raios-X, avaliaram a geometria dos 4mm apicais de canais radiculares de sessenta molares (180 canais) preparados com os sistemas rotatórios (FlexMaster, GT Rotary, Lightspeed, Protaper e ProFile) e instrumentação manual com instrumentos do tipo-K. Os resultados mostraram que os volumes dos canais aumentaram e diferenças foram observadas entre as técnicas. O sistema GT proporcionou o menor volume ($0.20 \pm 0.14 \text{ mm}^3$) enquanto a instrumentação manual e sistema ProFile apresentaram maiores alterações de volume ($0.51 \pm 0.20 \text{ mm}^3$ e $0.45 \pm 0.21 \text{ mm}^3$ respectivamente). As áreas intocadas variaram de 4% - 100% e foram mais comuns nos canais mésio-vestibular e palatino quando do que nos canais disto-vestibulares. Assim, concluem que a geometria do terço apical pode ser afetada de forma diferente pelas seis técnicas de preparo, deixando áreas sem adequada desinfecção.

Gekelman et al. (2009) avaliaram qualitativamente e quantitativamente, através de radiografias e microtomografia computadorizada de raios-X os resultados encontrados decorrentes do preparo de dentes *in vitro* realizado por estudantes de odontologia, após breves sessões de treinamento padronizadas. O estudo mostrou que houve melhora na forma do canal instrumentado com sistemas rotatórios de NiTi

e que ambos os sistemas, GT e Protaper, tiveram performance adequada quando operados por novatos que receberam um rápido treinamento.

Moore et al. (2009) utilizando a microtomografia computadorizada de raios-X, escanearam 40 molares antes e após o preparo com limas manuais tipo-k em movimentos de força balanceada, limas manuais tipo-k em movimentos de força balanceada com refinamento apical utilizando instrumentos Flexmaster .04 e técnica híbrida entre ProTaper e Flexmaster, em resolução de 17,4µm. A região apical foi analisada de acordo com a quantidade de dentina removida, forma, dimensões e desvios. Os autores concluíram que a instrumentação manual não foi conservadora em relação à dentina apical e quando utilizados corretamente, mesmo que por operadores inexperientes, os instrumentos de NiTi são precisos no preparo do canal com menor risco de falhas.

Paqué et al. (2010a) realizaram estudos a fim de avaliar as áreas de superfície preparada de canais distais ovais de molares inferiores utilizando-se de diferentes técnicas de preparo por meio da microtomografia computadorizada ajustada para baixa resolução (68µm). Duzentos molares foram pré-digitalizados e apenas os dentes que apresentavam relação maior/menor diâmetros maiores que 2 foram utilizados. Os canais foram preparados com limas Hedström até o diâmetro 0.4mm e instrumentos rotatórios ProTaper F4. Imagens eram obtidas após o preparo e a quantificação das áreas de superfície tratadas foram avaliadas. Os resultados mostraram que houveram áreas do canal não trabalhadas independentemente da técnica utilizada para tratamento de canais ovais de molares inferiores.

Para avaliar a eficiência do preparo de canais radiculares em forma de C, Yin et al. (2010) prepararam 24 molares inferiores com instrumentos tipo ProTaper e instrumentação manual com limas tipo-K. Os autores realizaram escaneamentos antes e após o preparo a uma resolução de 44µm e das imagens obtidas foram analisados o volume de dentina removida, áreas não tocadas pelo instrumento, tempo necessário para o preparo e erros ocorridos. Como conclusões os autores afirmam que o sistema rotatório ProTaper é capaz de manter a curvatura do canal radicular, consumindo menor quantidade de tempo para o preparo e as limas manuais tipo-K propiciaram uma maior quantidade de dentina removida e deixaram menor quantidade de paredes intocadas.

Peters et al. (2010) utilizaram a microtomografia computadorizada de raios-X para avaliar a habilidade de remoção da dentina de um novo instrumento de níquel-

titânio self-adjusting file (SAF). Vinte incisivos superiores foram escaneados no pré-operatório em uma resolução de 20µm e após 6 minutos de instrumentação com os instrumentos SAF 1.5 e 2. Modificações no volume como também as áreas intocadas foram encontradas. Como resultado, no geral, a modelagem dos canais foi adequada e aumentaram durante o preparo de ambos instrumentos. Superfícies intocadas diminuíram de $63.0 \pm 15.1\%$ (2 min com SAF 1.5) para $8.6 \pm 4.1\%$ (5 min com SAF 2). Os autores concluíram que no preparo de canais radiculares retos em dentes anteriores, o novo instrumento SAF deixou pouca superfície intocada.

Metzger et al. (2010) avaliaram quantitativamente e qualitativamente o preparo do canal radicular de dentes tratados com instrumentos de NiTi rotatórios tipo ProTaper e Self-Adjustment Files e a obturação dos mesmos dentes realizada pela técnica de compactação lateral da guta-percha, através do método da microtomografia computadorizada de raios-X. Foram selecionados dez pares de raízes semelhantes. Foram utilizados como parâmetros a similaridade de forma, tamanho e curvatura, conferidos pelas imagens microtomográficas. Parte das raízes foi preparada com instrumentos rotatórios tipo ProTaper até o instrumento F3 e parte preparada com instrumentos tipo SAF. As raízes foram escaneadas pré e pós preparo com uma resolução de 18µm. Para a obturação foi utilizada a técnica de compactação lateral da guta percha e cimento AH26, para que então as raízes fossem escaneadas pela terceira vez. Os autores encontraram uma grande quantidade de paredes não afetadas (60%) nas raízes preparadas com os instrumentos ProTaper e cerca de 45% de paredes não tocadas pelo material obturador. Nas raízes preparadas com instrumentos SAF o percentual de paredes não afetadas e não tocadas foi de 17% para ambas as situações. Os autores concluíram que os instrumentos tipo SAF proporcionam uma melhor limpeza, melhor desgaste e possibilitam uma melhor adaptação do material obturador quando comparados com os instrumentos tipo ProTaper.

Paqué et al. (2010b) avaliaram em bi e tridimensionalmente a adaptação da ponta de limas tipo-k no comprimento de trabalho após um preparo *crown-down*, através de micro-TC de raios-X. Foram selecionados doze molares superiores e foi realizado o preparo dos canais radiculares em três quartos do comprimento de trabalho com instrumentos ProFile .04 pela técnica coroa ápice. Os autores introduziram limas manuais passivamente no interior dos canais até que o comprimento de trabalho fosse alcançado e um suave travamento fosse detectado.

Os dentes foram escaneados com uma resolução de 20 μ m e a adaptação entre o instrumento e as paredes do canal analisada. Os autores concluíram que a adaptação do primeiro instrumento manual às paredes do canal radicular, na sua porção apical, é pobre, pois as limas não possuem o mesmo formato encontrado na anatomia radicular.

Li et al. (2011) avaliaram o efeito da instrumentação manual com instrumentos ProTaper em 5 tipos diferentes de anatomias de pré-molares por meio da microtomografia computadorizada de raios-X. Os autores analisaram os valores de área da superfície do canal, volume, alterações de volume, percentual de superfície intocada, espessura da parede da dentina e espessura da dentina removida. Os resultados demonstraram que os volumes dos canais e áreas de superfície foram aumentados após a instrumentação porém uma vasta percentagem de superfícies do canal permaneceram intocadas. Os autores concluem que os pré-molares são os dentes mais complexos para a realização de tratamentos endodônticos e a técnica de instrumentação deve ser selecionada de acordo com a morfologia 3D de cada dente.

Ounsi et al. (2011) comparam a eficácia de modelagem canais curvos em blocos de resina por instrumentos rotatórios de níquel-titânio ProTaper quando utilizados de 1 a 6 vezes pelo método fotográfico e microtomográfico. Foram determinadas diferenças entre as duas metodologias de avaliação. Os autores concluíram que a microtomografia computadorizada de raios-X é mais discriminativa em relação as mudanças no espaço do canal com repetições de uso. O desgaste do canal radicular após o terceiro uso é significativamente menor quando utilizado o mesmo instrumento.

Yang et al. (2011) compararam os efeitos da ação dos instrumentos de NiTi tipo Mtwo e ProTaper na geometria tridimensional do canal radicular pelo método da micro-TC de raios-X. Dez molares inferiores (20 canais) foram preparados com um tipo de lima para cada raiz, aleatoriamente. Os canais, onde utilizaram os instrumentos Mtwo foram preparados até o instrumento 30/.05 e os canais preparados com os instrumentos ProTaper foram alargados até o instrumento F3. A digitalização dos dentes foi realizada pré e pós preparo a uma resolução de 36 μ m. Não foi observada diferença estatística no que concerne a área de superfície, volume, espessura e curvatura do canal entre os dois instrumentos. Os canais instrumentados com ProTaper apresentaram maior grau de transporte apical quando

comparados com os instrumentos Mtwo. Os autores concluem que ambos os sistemas proporcionam preparos com boa geometria e que os instrumentos ProTaper proporcionam maior grau de transporte apical.

Peters e Paqué (2011) descreveram a propriedade de modelagem do canal realizada por um novo instrumento de níquel-titânio, o instrumento self-adjusting file (SAF). Condutos de 20 molares superiores foram escaneados usando microtomografia computadorizada de raios-X em resolução 20µm antes e depois do preparo e avaliados quanto ao volume do canal, área de superfície e geometria da secção transversal. Como resultados, os volumes e áreas de superfície aumentaram significativamente porém as percentagem das superfícies não instrumentadas foram $25,8\% \pm 12,4\%$, $22,1\% \pm 12,0\%$ e $25,2\% \pm 1,3\%$ nos canais MV, DV, e P, respectivamente. A média de desvios nos terços apical e médio variaram entre 31 e 89µm. Concluíram os autores, que utilizando os instrumentos SAF, os canais de molares superiores foram preparados de forma homogênea e circunferencial tendo pequeno desvio.

Paqué e Peters (2011) avaliaram através da microtomografia computadorizada de raios-X o preparo de canais radiculares ovais longos de molares inferiores com o instrumento self-adjusting file (SAF). Os canais distais de 20 molares inferiores foram escaneados no pré e pós-operatório em uma resolução original de 20µm, reconstruídos em 3D e avaliados quanto ao volume, desvios e superfície desgastada. Os autores concluíram que o preparo de canais radiculares ovais em molares inferiores foi efetivo e seguro.

Utilizando metodologia semelhante ao trabalho de Paqué e Peters (2011), Versiani et al. (2011a) estudaram o preparo do canal radicular de incisivos inferiores com forma oval, utilizando os instrumentos self-adjustment file (SAF) e K3. Quarenta incisivos inferiores foram divididos em 2 grupos (K3 e SAF, n=20 cada), escaneados antes e depois do preparo, a uma resolução de 19,7µm, para então serem avaliados quanto ao volume, área de superfície preparada e secção transversal. Os autores observaram que, no terço cervical, tanto a área como o volume das paredes tocadas com os instrumentos SAF foram maiores em comparação com os instrumentos K3. Já no terço apical o preparo com lima SAF foi semelhante ao preparo com instrumentos rotatórios tipo K3 de diâmetro #40 e conicidade .02.

You et al. (2011) compararam a efetividade do preparo de canais radiculares realizados com movimentos recíprocos e movimentos de rotação contínuos pelo

método da microtomografia computadorizada de raios-X. As raízes méso vestibulares e disto vestibulares de 20 molares superiores com curvaturas entre 25 e 45 graus foram preparados até a lima F2 dos instrumentos ProTaper, em ambas as técnicas. Os parâmetros utilizados para a avaliação foram o grau da curvatura, volume do canal radicular e área de superfície. As imagens foram obtidas através de escaneamento pré e pós preparo a uma resolução de 16µm. Os autores verificaram que não houve diferença estatística entre as técnicas em todos os quesitos avaliados. Como conclusão, a utilização do movimento recíproco não resultou no transporte apical do canal radicular quando comparado com o movimento rotatório contínuo.

El Ayouti et al. (2011) realizaram estudo para determinar se o aumento no preparo da região apical resultaria em um completo preparo dos canais radiculares curvos, pelo método da microtomografia computadorizada de raios-X. Noventa raízes com curvaturas que variavam de 25 a 50 graus foram selecionadas. Cinco captações de imagens foram realizadas, a uma resolução de 38µm, sendo uma pré operatória e quatro pós operatória. Foram utilizadas três diferentes técnicas de preparo (lima manual de NiTi, Mtwo e ProTaper) conduzidas pelo mesmo operador em manequim simulando as condições clínicas. A um milímetro do comprimento de trabalho, foi avaliado o contorno original do canal radicular e a quantidade de dentina removida (área preparada). Como resultados os autores observaram que não houve diferença estatística significativa entre as três técnicas avaliadas em relação ao contorno do canal. Já ao comparar a área preparada os instrumentos ProTaper removeram mais dentina em relação aos outros dois métodos. Os autores concluem que o aumento no preparo da região apical não resultou em um completo preparo das paredes do canal radicular deixando áreas de dentina sem serem tocadas.

Solomonov et al. (2012) compararam os sistemas SAF e ProTaper no preparo de canais radiculares em forma de C, por meio da micro tomografia computadorizada de raios-X. Foram selecionados 16 segundos molares inferiores e 4 segundos molares superiores portadores de canais radiculares em forma de C. Os dentes foram escaneados antes e após o preparo, a uma resolução de 20µm e as imagens foram sobrepostas para avaliação das áreas não tocadas. Como resultados, os autores verificaram que em canais tratados com o sistema SAF, 41% $\pm$ 14% das paredes permaneciam intocadas pelo instrumento enquanto que com o sistema ProTaper, o percentual aumentou para, 66% $\pm$ 6% sendo esta diferença

estatisticamente significativa. Assim concluem que o sistema SAF é mais efetivo que o sistema ProTaper no preparo de canais em forma de C.

Markvart et al. (2012) compararam duas técnicas de instrumentação híbrida (GT/ProFile e RaCe/instrumentos manuais de NiTi) com enfoque no preparo apical de ambas. Foram utilizados onze molares superiores e sete molares inferiores, totalizando dezoito dentes. Os dentes foram distribuídos em dois grupos e digitalizados utilizando a micro-TC de raios-X em resolução de 30,7µm. Os autores avaliaram os preparos de acordo com a distância entre as superfícies dentinárias antes e após o preparo, porcentagem de área não tocada pelos instrumentos e aumento de volume após o preparo do canal radicular. Não foram encontradas diferenças entre os dois sistemas em todos os terços do conduto em todos os quesitos avaliados. Os autores concluíram que os mais amplos apresentaram maior superfície não trabalhada pelos instrumentos.

Pasqualini et al. (2012) compararam a habilidade de instrumentos manuais tipo-K e mecânicos, modelo PathFile para exploração e preparo inicial de canais radiculares em 8 molares superiores em uma resolução de 8µm. Os canais vestibulares dos dentes foram explorados, até o comprimento de trabalho, aleatoriamente com determinado sistema avaliado. Os autores concluíram que os instrumentos rotatórios de NiTi preservam a anatomia original do canal sem a ocorrência de desvios durante a etapa de exploração e preparo inicial do canal radicular.

Mareending et al. (2012), compararam a adaptação apical de dois tamanhos diferentes de instrumento tipo K e instrumentos Lightspeed LSX no comprimento de trabalho após um preparo tipo coroa ápice (crown-down). Vinte molares superiores tiveram 3/4 dos canais preparados com instrumentos ProFile .04 que foram do número 45 ao 20. O comprimento de trabalho foi determinado eletronicamente com limas manuais tipo-K de tamanho 06. Os dentes foram escaneados com resolução de 20µm, antes e após a inserção dos instrumentos Lightspeed LSX e limas manuais tipo K. O diâmetro do instrumento variou entre 08 a 30 para as limas manuais e 20 a 40 para os instrumentos LSX. Em 39 canais não foi possível determinar o instrumento LSX inicial, pois o operador não conseguiu alcançar o comprimento de trabalho de forma passiva. Os autores concluem que devido a não ser possível realizar a micro-TC de raios-X clinicamente o operador deve possuir uma sensibilidade manual para selecionar o instrumento que atinja o comprimento

de trabalho e que em quase a metade dos casos não foi possível atingir este comprimento de trabalho com os instrumentos LSX de forma passiva.

Stern et al. (2012) compararam a habilidade de centralização e preparo dos instrumentos ProTaper (PT) em movimentos recíprocos e rotatórios contínuos e instrumentos Twisted-Files (TF) em movimentos rotatórios contínuos, por meio de micro-TC de raios-X em 60 canais mesiais de molares inferiores. Os dentes foram escaneados antes e após o preparo em uma resolução de 28µm. Os resultados que em relação ao volume do canal demonstraram que os sistemas não apresentaram diferenças estatísticas. Os canais apresentaram desvios para mesial na região apical e média dos canais e para a região de furca no terço cervical, porém não houve diferença estatística entre as técnicas. Também não houve diferença no tempo de preparo, sendo TF: 62.5s; PT: 60.6s; e PT em movimento recíproco: 51.0s. Os autores concluíram que o instrumento Protaper em movimento recíproco e ProTaper e TF em movimentos rotatórios contínuos são capazes de produzir preparos centralizados com poucos desvios.

2.3.1.3 Obturação e desobturação

Em estudo realizado, Jung et al (2005) avaliaram o potencial e precisão da micro-TC de raio-X na obtenção de imagens de canais radiculares obturados. Quatro dentes superiores unirradiculares que seriam extraídos por comprometimento periodontal foram utilizados, possibilitando desta forma a comparação da micro-TC de raio-X com os métodos histológicos. Os canais foram preparados por técnica manual e obturados pela técnica da condensação lateral da guta percha associada ao AH-Plus. Os canais obturados foram avaliados em resolução menor do que 11µm. As raízes foram seccionadas e as superfícies fotografadas. As imagens obtidas pelas fotografias foram comparadas com as imagens provenientes do escaneamento dos dentes. Os autores comprovaram que a micro-TC de raio-X mostrou ser um método altamente preciso e não destrutivo para avaliação de canais obturados e seus constituintes. A correlação entre os dados histológicos e microtomográficos dos canais radiculares foi alta.

Hammad et al. (2009), avaliaram o volume de diferentes materiais

obturadores remanescente, comparando duas diferentes técnicas de desobturação através do método da micro-TC de raios-X. Foram preparados 80 dentes unirradiculares, divididos em 4 diferentes grupos e escaneados em 14,6µm. Os dentes então foram desobturados com limas manuais ou limas para retratamento de NiTi modelo ProTaper. Os autores concluíram que os dentes que foram desobturados com limas manuais apresentaram menor quantidade de material obturador em comparação com os dentes desobturados com as limas ProTaper Retreatment Files. Os autores sugerem ainda a combinação da técnica de desobturação manual associada ao uso de limas de retratamento de NiTi.

Endal et al. (2011) realizaram estudo para analisar tridimensionalmente a obturação do canal radicular na área de istmos em raízes mesiais de molares inferiores pelo método da microtomografia computadorizada de raios-X. Um total de dez molares inferiores foram digitalizados em resolução de 11µm, antes e pós preparo radicular e pós obturação com o sistema Thermafil. Como resultados os autores verificaram que dois dentes apresentavam istmos nos 5mm apicais e que cinco apresentavam istmos em toda a extensão dos canais radiculares. A percentagem da superfície e volume dos istmos após o preparo é de 21,4% e 9,4% respectivamente. Cerca de 35,2% do volume dos istmos estava preenchido com raspas de dentina após o preparo, irrigação e aspiração. A média do volume de material obturador nas áreas de istmos foi significativamente menor do que no canal principal, 57,5% e 98,5% respectivamente. Os autores concluem que a presença de raspas de dentina e debris nas áreas de istmos dificulta a penetração do material obturador naquelas áreas.

Somma et al. (2011) avaliaram *ex vivo* a qualitativamente duas técnicas termo plastificadas de obturação do sistema de canais radiculares pelo método da micro-TC de raios-X. Um total de 30 dentes unirradiculares foram preparados com o sistema ProTaper e divididos aleatoriamente em 3 grupos ($n=10$) de acordo com a técnica utilizada (G1 – cone único; G2 Thermafil; G3 System B). Os resultados encontrados foram de 98,3%, 99,0% e 98,1% para o G1, G2 e G3, respectivamente. Não foi verificada diferença estatística entre os grupos. Os autores concluem que todas as técnicas avaliadas produziram resultados semelhantes para a obturação do sistema de canais radiculares.

Zaslansky et al. (2011) estudaram as diferenças de secções transversais das áreas obturadas por três diferentes tipos de imagens geradas por microscópio e dois

métodos tomográficos. Seis dentes já obturados foram escaneados, com a adição de contraste, em aparelho de microtomografia computadorizada de raios-X. As imagens dos cortes virtuais foram comparadas com as imagens obtidas pelo microscópio óptico, microscópio de elétrons e microtomografia sem contraste. Foram analisadas as áreas preenchidas com guta percha, cimento e que continham lacunas no material obturador foram avaliadas. Os autores concluíram que o uso de contraste em microtomografia é um método poderoso e não destrutivo para estudar a interface dos materiais obturadores em uma resolução na casa de micrômetros.

Diante do exposto cabe ressaltar a importância da realização de estudo que avalie sistemas de desobturação valendo-se do método da microtomografia computadorizada de raios-X.

3 PROPOSIÇÃO

A proposta deste estudo é avaliar, *ex vivo*, a eficiência dos sistemas rotatórios ProTaper Universal Retreatment Files (Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma, EUA) e Mani Retreatment Files (Mani, Tochigi, Japão) na desobturação de canais mesiais de molares inferiores, obturados pela técnica de ondas contínuas de condensação, através do percentual de volume de material obturador remanescente no sistema de canais radiculares, utilizando-se a microtomografia computadorizada de raios-X.

A hipótese de nulidade é que as características dos sistemas rotatórios de retratamento não interferem no volume percentual de material obturador remanescente e conseqüentemente na sua eficiência de desobturação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FOUSP, sob o protocolo número 132/11 CAAE 0148.0.017.000-11 (Anexo A).

Foram testados dois sistemas de limas acionadas a motor elétrico, para retratamento endodôntico, diferentes entre si: sistema ProTaper Universal Retreatment Files (Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma, EUA) e Mani Retreatment Files (Mani, Tochigi, Japão).

4.1 Seleção dos dentes

Um total de 18 molares inferiores humanos, portadores de raízes distintas foram solicitados no Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Foram utilizadas as raízes mesiais (mésio-vestibular e mésio-lingual) dos dentes, num total de 36 canais, e estes avaliados clinicamente e radiografados para constatar se apresentavam ápice totalmente formado, ausência de tratamento endodôntico prévio, calcificações, reabsorção interna ou externa e outras alterações anátomo-patológicas.

A curvatura dos canais foi determinada levando em consideração o ângulo de curvatura (Schneider, 1971) e o raio de curvatura (Pruett et al., 1997). Foram selecionados somente canais que apresentassem curvatura entre 25° e 35°, mensurados com o programa Image Tool (Universidade do Texas, Estados Unidos), e raio de curvatura menor que 10mm, mensurados através do programa Corel Draw X4 (Corel, Otawwa, Canadá).

Foram excluídos os dentes com calcificações pulpares, reabsorções, tratamento endodôntico anterior e fraturas radiculares.

4.1 Preparo dos espécimes

Os espécimes selecionados foram limpos em cuba ultrassônica (Cristófoli, Paraná, Brasil) e acondicionados em potes de vidro com soro fisiológico até o início do experimento (Imparato et al., 2003).

A cirurgia de acesso foi realizada com brocas diamantadas tamanho 1014 HL (KG Sorensen, São Paulo, Brasil), até que a entrada dos canais pudesse ser visualizada. Em seguida, para dar forma de conveniência, lisura e aplainamento das paredes radiculares, foi utilizada broca Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) em alta rotação. A exploração inicial foi realizada com lima manual tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e o comprimento real de trabalho (CRT) foi determinado quando a extremidade deste instrumento fosse visualizada através do forame apical, com o auxílio de microscópio operatório (Aliance, São Paulo, Brasil) em um aumento de oito vezes, recuando-se 1,0mm. Foram utilizadas apenas as raízes onde foi possível realizar a odontometria, sendo que as raízes que não possibilitaram realizar tal procedimento foram devolvidas ao Banco de Dentes Humanos e substituídas por novos espécimes até que se atingisse o número total de dentes (n=18) e canais mesiais (n=36).

Após estabelecer um comprimento real de trabalho (CRT) os dentes foram preparados com uma lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) com a finalidade de eliminar possíveis interferências presentes no interior dos canais radiculares, para que então fossem utilizados os instrumentos rotatórios de NiTi do sistema Mtwo (VDW, Munique, Alemanha), iniciando-se pela lima 10/.04. Em seguida, foram empregados os instrumentos 15/.05, 20/.06, 25/.06, 30/.05 e 35/.04. As limas rotatórias foram acionadas por motor elétrico Root ZX II (J. Morita, Osaka, Japão) com velocidade constante de 300 rotações por minuto (RPM) e torque variável baseado nas orientações fornecidas pelo fabricante e apresentadas no quadro 1.

Instrumento	Torque N/cm
10/.04	1,2
15/.05	1,3
20/.06	2,1
25/.06	2,3
30/.05	1,2
35/.04	1,2

Quadro 4.1 - Relação entre instrumento utilizado e torque indicado para os instrumentos rotatórios modelo Mtwo, segundo o fabricante

Durante toda a fase de preparo dos canais, foi utilizada irrigação com a associação de 1,0mL de hipoclorito de sódio a 1,0% (Fórmula e Ação Farmácia de Manipulação Ltda., São Paulo, Brasil) e Endo PTC - Leve (Fórmula e Ação Farmácia de Manipulação Ltda., São Paulo, Brasil) entre as limas. Como irrigação final foram utilizados 6,0mL de hipoclorito de sódio a 1,0% por 2 minutos, seguido de 6,0mL de EDTA a 17% (Fórmula e Ação Farmácia de Manipulação Ltda., São Paulo, Brasil) por mais 2 minutos. Para o procedimento de irrigação, foram utilizadas seringas de 5,0mL tipo Luer (Ultradent, Utah, Estados Unidos), a estas foram acopladas pontas de irrigação Endo-EZE (Ultradent, Utah, Estados Unidos). Todo o procedimento de irrigação foi acompanhado pela aspiração das substâncias químicas, onde foram utilizadas cânulas de aspiração Luer Vacuum (Ultradent, Utah, Estados Unidos) acopladas a Capillary Tips (Ultradent, Utah, Estados Unidos).

4.2 Obturação

As obturações foram realizadas pela técnica de ondas contínuas de condensação, onde o cone principal de guta percha de tamanho *fine medium* (Odus de Deus, Belo Horizonte, Brasil) teve sua ponta calibrada em tamanho 35 com o auxílio de régua calibradora de cones (Maillefer, Ballaigues, Suíça) para então ser

levado ao interior do canal radicular, executando então os testes visual, tátil e radiográfico. Após a correta seleção do cone, a secagem do canal radicular foi realizada com a utilização de pontas Capillary Tips e cones de papel absorvente de tamanho de ponta #35. Em seguida uma ponta calcadora tamanho *fine medium* do aparelho E&Q Plus Dual Heat System (Meta Biomed, Cheongju, Korea), foi selecionada até que esta se aproximasse a 4mm do CRT. Em seguida o cimento endodôntico Ah-Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi manipulado em placa de vidro em proporções iguais para então ser levado ao interior dos canais radiculares.

Em seguida o calcador pré-selecionado do E&Q Plus Duo Heat System, calibrado na temperatura de 200°C (graus Celsius), foi levado em movimento único ao interior do canal radicular com a finalidade de formar um *plug* apical de material obturador com cerca de 4mm. Para o *backfill* foi utilizada a pistola do equipamento E&Q Plus Duo Heat System plastificando os *pellets* de guta percha a uma temperatura de 170°C com incrementos do material plastificado foram inseridos no canal radicular e condensados com Calcadores de Paiva (Odus de Deus, Belo Horizonte, Brasil), até que todo o canal radicular fosse preenchido.

A câmara pulpar dos dentes foi selada com uma camada de Citodur (Wilkos, Rio de Janeiro, Brasil) e cimento de ionômero de vidro (SS White, Rio de Janeiro, Brasil) para que os dentes permanecessem em estufa a 37°C por sete dias.

4.3 Exames Microtomográficos

As amostras foram submetidas a exames microtomográficos no aparelho de Microtomografia de raios-x SkyScan 1172 (SkyScan, Kontich, Bélgica).

Este aparelho é composto por um tubo de raios-X de microfoco com fontes de alta tensão, um porta amostra com manipulador de precisão e um detector baseado em uma câmera de 10 mega pixel conectados a um computador para a obtenção de dados, interligados a uma rede cluster de computadores utilizados nas reconstruções das imagens tomográficas (Lasso et al., 2008) (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Composição do microtomógrafo de raios – X SkyScan 1172

Para a inserção no aparelho, os dentes foram incluídos em cera utilidade com a plataforma oclusal e cavidade de acesso voltadas para baixo e montados em um suporte para amostra com diâmetro interno de 15mm (Figura 4.2).

O porta amostras foi fixado no aparelho por meio de um parafuso manual (Figuras 4.3 e 4.4).

Os parâmetros utilizados neste trabalho foram obtidos em um estudo piloto (Quadro 4.2). Os espécimes foram escaneados com uma potência de 100kV e 100μA, rotacionados a 360° e com *frames* a cada 0,4°, produzindo uma imagem com tamanho de pixel de 11,88 μm. O filtro utilizado foi o de Alumínio e Cobre. A captura das imagens levou cerca de uma hora e quarenta e nove minutos para cada dente obturado. O software utilizado para a reconstrução foi o NRecon (SkyScan, Kontich, Bélgica). Em seguida foram obtidas as imagens em cortes axiais para posteriormente estas imagens serem analisadas em software específico, CTAn (SkyScan, Kontich, Bélgica), fornecido pelo fabricante SkyScan. Estas imagens ficaram arquivadas em HD externo até a sua edição.

Number of files	900
Source Voltage (kV)	100
Source Current (μA)	100
Number of Rows	1336
Number of Columns	1580
Image Pixel Size (μm)	11,88
Object to Source (mm)	190,090
Camera to Source (mm)	278,426
Vertical Object Position (mm)	41.000
Optical Axis (line)	702
Filter	Al + Cu
Image Format	TIFF
Depth (bits)	16
Screen LUT	0
Exposure (ms)	1475
Rotation Step (deg)	0,4
Frame Averaging	3
Random Moviment	On
Use 360 rotation	Yes
Geometrical Correction	Yes
Camera Offset	Off
Median Filtering	On
Flat Field Correction	On
Rotation Direction	CC
Scanning Trajectory	Round
Type of motion	Step and Shoot
Scan Duration	1:49:33

Quadro 4.2 Parâmetros de aquisição das imagens, utilizados no escaneamento

Figura 4.2 – Espécime posicionado sobre o porta amostras

Figura 4.3 – Porta amostra posicionado no aparelho de microtomografia

Figura 4.4 – Vista geral do aparelho com o espécime em posição

4.4 Divisão dos grupos experimentais

Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais de acordo com o sistema rotatório de retratamento. No Grupo PR os canais foram desobturados utilizando-se o sistema Protaper Universal Retreatment Files e o sistema Mani Retreatment Files foi utilizado para remover o material obturador do interior dos canais dos espécimes do Grupo MR.

4.5 Desobturação

Para a desobturação dos canais de cada grupo, foram removidos cerca de 2,0mm de material obturador da entrada dos canais radiculares com brocas de largo #1 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), criando um reservatório que permitisse o gotejamento de 0,2mL do solvente Óleo de Casca de Laranja (Fórmula e Ação Farmácia de Manipulação Ltda., São Paulo, Brasil) na entrada dos canais radiculares para que este trabalhasse em conjunto com o instrumento inicial de cada sistema de desobturação. Todos os critérios adotados para a desobturação seguiram as instruções dos fabricantes.

ProTaper	Mani
Largo #1	1S - 70/.02
D1 - 30/.09	2S - 50/.02
D2 - 25/.08	3N - 40/.04
D3 - 20/.07	4N - 30/.04
500 RPM	350 RPM
Torque Ilimitado	Torque Ilimitado

Quadro 4.3 –Especificações dos instrumentos utilizados

Para o Grupo PR a velocidade do motor elétrico foi mantida constante em 500 rotações por minuto (rpm) e o torque ilimitado. O instrumento inicial, D1, que possui tamanho de ponta/conicidade 30/.09, haste de 16mm e ponta ativa, foi empregado para desobturar a porção coronária dos canais radiculares.

A lima D2, que possui medidas de 25/.08, haste de 18mm e ponta inativa, foi utilizada para a desobturação do terço médio e o instrumento D3, com tamanho 20/.07, haste de 22mm e ponta inativa foi empregado para o esvaziamento do terço apical.

No Grupo MR utilizou-se o sistema rotatório Mani Retreatment Files composto por quatro instrumentos, dois iniciais (1S e 2S) de aço inoxidável e os dois instrumentos finais de NiTi (3N e 4N) empregando-se torque ilimitado e 350 rpm. O instrumento 1S que possui parte ativa e tamanho de ponta/conicidade 70/.02 foi utilizado somente nos primeiros milímetros dos canais radiculares com a finalidade de criar um trajeto inicial para os instrumentos subsequentes. O instrumento 2S (50/.02) foi utilizado no terço coronário dos canais radiculares. O instrumento 3N (40/.04) foi empregado no esvaziamento do terço médio e o instrumento 4N (30/.04) na desobturação do terço apical.

Para ambos os grupos experimentais, o critério para considerar a desobturação finalizada foi a percepção de paredes dentinárias lisas e nenhuma evidência da material obturador nas limas.

Durante a desobturação, os canais foram constantemente irrigados com Hipoclorito de Sódio a 1%. Após o emprego do último instrumento de cada sistema,

os canais foram irrigados com 10mL de Hipoclorito de Sódio a 1% e secos com cones de papel. Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo operador.

Cada lima, independente do sistema adotado, foi utilizada no máximo em 05 dentes, sendo substituída por uma lima nova a cada ciclo de 10 canais.

Após a desobturação, os dentes foram novamente selados e uma nova análise microtomográfica foi realizada. Em seguida os dentes foram acondicionados em potes de vidro com solução salina a 0,9% para utilização em estudos posteriores, mediante à prévia apresentação do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa – CEP da FOU SP.

4.6 Análise dos dados

Após a aquisição das imagens microtomográficas, foi necessário a sua reconstrução pelo software NRecon (SkyScan, Kontich, Bélgica), para que então estas imagens reconstruídas pudessem ser analisadas pelo software CTAn (SkyScan, Kontich, Bélgica), possibilitando, desta forma, a obtenção dos dados quantitativos dos dentes avaliados, tal como o volume do material obturador.

Todos os cortes desde o início do canal radicular até o seu final foram utilizados para que o histograma pudesse ser elaborado permitindo desta forma obter os dados de volume de material obturador presente antes da desobturação e volume de material obturador remanescente pós desobturação.

As imagens selecionadas foram abertas no programa CTAn, em seguida foi selecionada a área mais superior da imagem e que compreendesse o final do material obturador, denominada de *top of selection* (Figura 4.5).

Figura 4.5 – *Top of selection*

Em seguida foi realizado o mesmo procedimento para determinar a extremidade área de material obturador, determinada de *bottom of selection* (Figura 4.6).

Figura 4.6 – *Bottom of selection*

O próximo passo realizado foi selecionar a área de interesse (ROI) das imagens compreendidas entre o topo e a base dos cortes selecionados. As áreas selecionadas foram desenhadas manualmente e foi verificado se em todos os cortes a área selecionada estava dentro da região de interesse (Figura 4.7).

Figura 4.7 – Region of Interest

A etapa seguinte consistiu em binarizar as imagens no histograma disponível para o programa. O padrão de branco utilizado no histograma nos casos de avaliação dos dentes obturados para selecionar a área de material obturador foi de 203/67 (Figura 4.8).

Figura 4.8 – Histograma de um dente obturado

Após ter realizado estas configurações e seleções, foram obtidos os dados de volume (mm^3) do material obturador antes e após o procedimento de desobturação além de utilizar o programa CTVol (SkyScan, Kontich, Bélgica) para a visualização das imagens tridimensionais que ilustram os dados do programa CTAn.

De posse destas informações, determinou-se o percentual volumétrico do material obturador remanescente.

Como o estudo analisou duas amostras independentes com distribuição normal e variâncias homogenias, utilizou-se o teste t de Student para determinar a ocorrência de diferença estatística entre os grupos experimentais ($p < 0.05$), valendo-se do software Graphpad Prism 5.03 (GraphPad Software, Inc.).

5 RESULTADOS

O percentual volumétrico de material obturador remanescente (MOR) nos canais radiculares, das raízes mesiais dos molares inferiores foi calculado através da seguinte equação:

$$\frac{\text{Volume Final de Material Obturador}}{\text{Volume Inicial de Material Obturador}} \times 100 = \text{Volume \% de MOR}$$

A tabela 5.1 apresenta os Volumes inicial e final (mm³) e os Volumes percentuais médios (%) das raízes dos grupos experimentais. Os Volumes inicial e final médios (mm³), os Volumes percentuais médios (%) e os desvios padrões dos grupos experimentais estão expressos na tabela 5.2.

Tabela 5.1 - Volumes inicial e final médios (mm³), Volumes percentuais médios (%)

GRUPO PR			GRUPO MR		
Volume Inicial (mm ³)	Volume Final (mm ³)	Volume Percentual (%)	Volume Inicial (mm ³)	Volume Final (mm ³)	Volume Percentual (%)
13,12	3,30	25,16	15,10	4,60	30,49
16,68	3,61	21,63	11,28	3,42	30,29
18,37	0,64	3,50	19,49	5,96	30,56
21,19	1,93	9,11	20,67	3,16	15,30
28,27	3,19	11,30	17,80	1,39	7,81
20,68	1,27	6,13	12,89	3,98	30,91
14,95	1,96	13,11	21,05	1,69	8,03
10,12	1,45	14,33	15,66	5,58	35,62
16,15	1,71	10,59	15,58	3,57	22,89

Tabela 5.2 - Volumes inicial e final médios (mm³), os Volumes percentuais médios (%) e os desvios padrões

Grupos	Volume Inicial Médio (mm ³)	Volume Final Médio (mm ³)	Volume Percentual Médio (%)	Desvio Padrão
PR	17,72	2,12	12,76	6,93
MR	16,61	3,71	23,54	10,60

Os valores percentuais volumétricos de material obturador remanescente dos grupos PR e MR foram avaliados em relação à tendência central (médias) e dispersão (desvio padrão), observando-se distribuição normal e variâncias homogêneas. Empregou-se o teste *t* de Student para determinar a ocorrência de diferença estatística entre os grupos experimentais ($p < 0.05$).

Tanto o sistema ProTaper Universal Retreatment Files quanto o Mani Retreatment Files não removeram a totalidade do material obturador do interior dos canais mesiais de molares inferiores, submetidos a retratamento endodôntico.

O grupo PR, em que foi empregado o sistema rotatório ProTaper Universal Retreatment Files apresentou o menor volume final médio de material obturador (2,12mm³) e o menor volume percentual médio de material obturador remanescente (12,76%), havendo diferença estatística significativa em relação ao grupo MR, onde foi utilizado o sistema Mani Retreatment Files ($p = 0,0212$).

Rejeita-se assim a hipótese de nulidade, ou seja, as características dos sistemas rotatórios de desobturação interferem significativamente na remoção do material obturador, quando do retratamento endodôntico.

Figura 5.1 – Imagem de um dente obturado e desobturado pelo sistema ProTaper Universal
Retreatment Files

Figura 5.2 – Imagem de um dente obturado e desobturado pelo sistema Mani Retreatment
Files

6 DISCUSSÃO

Vários fatores contribuem para o sucesso da terapia endodôntica. Depois de uma fase de controle microbiano eficaz, canal adequadamente preparado e obturado, estes fatores devem contribuir para uma elevada probabilidade de sucesso.

O preparo mecanizado do sistema de canais radiculares vem ganhando espaço no universo endodôntico, possibilitando ao operador conduzir o tratamento de forma mais rápida, com menos stress ao paciente, com maior qualidade de preparo, impondo um padrão de centralização ao preparo além de obter paredes mais lisas e sem interferências de sulcos ou fissuras (Ayar; Love, 2004; Yoshimine, et al. 2005; Schäfer et al. 2006a) favorecendo a posterior obturação hermética do sistema de canais radiculares. Muitos são os sistemas de limas rotatórias de NiTi presentes no mercado atualmente. Existem instrumentos que funcionam em movimentos rotatórios (Foschi et al. 2004; Yoshimine et al. 2005; Schäfer et al. 2006b; Gergi e Sabbagh, 2007; Plotino et al., 2007; Schäfer e Oitzinger, 2008; Ousni et al., 2011; Amin et al. 2012; Solomonov et al. 2012) ou movimentos recíprocos (Berutti et al. 2012; Gavini et al. 2012; Kim et al. 2012) e a cinemática de preparo pode variar também, como no caso de realizar um preparo tipo coroa ápice (*crown-down*) (Cheung; Cheung, 2008; Williamson et al. 2009; Kosti et al. 2011; Brkanić et al. 2012) ou um preparo seriado (Foschi et al. 2004; Schäfer et al. 2006a; Plotino et al. 2007; Schäfer; Oitzinger 2008; Taşdemir et al. 2008). O sistema adotado para a realização do preparo dos canais radiculares para o estudo foi o Mtwo, pois é um sistema seguro, que mantém a trajetória original do canal, trabalha adequadamente e mantém a curvatura dos canais radiculares permitindo maior facilidade durante a obturação dos canais radiculares (Foschi et al. 2004; Schäfer et al. 2006b; Plotino et al. 2007; Schäfer; Oitzinger, 2008).

Após o preparo dos canais radiculares, sua obturação é necessária. O uso de um cimento associado a um material sólido termoplástico para a etapa de obturação é a maneira mais adequada para o tratamento endodôntico contemporâneo (Amin et al., 2012). Os cimentos endodônticos a base de resina epóxica, como o Ah-Plus, vêm demonstrando possuir melhores propriedades quando comparados com as

demais opções de cimentos disponíveis no mercado (Lee et al., 2002; Ersahan; Aydin, 2010; Borges et al. 2012; Vilanova et al. 2012).

A guta-percha tem sido amplamente utilizada, por muitos anos, como o material de obturação associada a diferentes tipos de cimentos em obturações (Teixeira et al. 2004). O uso de guta percha termoplastificada tem como objetivo, produzir uma massa homogenia de material obturador preenchendo as irregularidades do sistema de canais radiculares (Tagger; Gold, 1988; Gurgel-Filho et al. 2006). A termoplasticidade dos materiais obturadores é muito importante quando faz se uso de sistemas de termoplastificação tais como E&Q Dual Heat System (Tanomaru-Filho et al. 2007).

Mesmo com a alta taxa de sucesso do tratamento endodôntico, existe a possibilidade de o endodontista realizar uma nova intervenção. Há muitos anos, a primeira escolha para a resolução de casos de insucesso do tratamento endodôntico, vem sendo o retratamento não cirúrgico (Barletta et al., 2007). A total remoção do material obturador é de suma importância para o sucesso da reintervenção (Schirrmeister et al., 2006). Os restos pulparez necróticos associados aos microrganismos e seus sub-produtos, mesmo recobertos pelo cimento obturador ou pela guta percha, podem desencadear e manter a periodontite apical.

Não é pequena a quantidade de autores que estudaram meios de realizar a desobturação do sistema de canais radiculares, assim como métodos para validar estes procedimentos (Allen et al. 1989; Friedman et al. 1990; Torabinejad et al. 2009; Ng et al. 2011; Li et al. 2012).

A remoção do material obturador pode ser realizada empregando limas manuais (Masiero; Barletta, 2005; Somma et al. 2008; Pirani et al. 2009; Betti et al. 2010; Fariniuk et al. 2011; Kfir et al. 2012; Rödig et al. 2012), instrumentos rotatórios de aço inoxidável (Somma et al. 2008; Taşdemir et al. 2008; Betti et al. 2010; Li et al. 2012), instrumentos rotatórios de NiTi (Masiero; Barletta, 2005; Oliveira et al. 2006; Somma et al. 2008; Taşdemir et al. 2008; Pirani et al. 2009; Ünal, et al. 2009; Bramante et al. 2010; Roggendorf et al. 2010; Fariniuk et al. 2011; Kfir et al. 2012; Li et al. 2012; Rödig et al. 2012), instrumentos manuais em movimentos oscilatórios (Masiero; Barletta, 2005; Kfir et al. 2012;), calcadores aquecidos, ultrassom (Melo-Júnior et al., 2009; Pirani et al. 2009) entre outros.

Para favorecer a remoção de material obturador do interior dos canais radiculares alguns autores preconizam a utilização de solventes, tais como xilol,

eucaliptol, clorofórmio e óleo de casca de laranja (Oliveira et al. 2006; Taşdemir et al. 2008; Ünal, et al. 2009; Betti et al. 2010; Li et al. 2012; Rubino et al. 2012). Os de natureza orgânica, como eucaliptol e o óleo de casca de laranja, apresentam maior biocompatibilidade (Hansen, 1998; Ribeiro et al. 2007; Mushtaq et al. 2012).

No presente estudo empregou-se o óleo de casca de laranja, apenas para iniciar a desobturação do terço cervical. Cabe salientar, que o uso excessivo de solventes, quando da utilização de sistema rotatórios de retratamento, pode dificultar a remoção do material obturador, pois o calor gerado pelo atrito produzido pela rotação dos instrumentos, faz com que a guta-percha dissolvida pelo solvente grude nas paredes do canal radicular.

Existem diversos métodos para avaliar o remanescente de material obturador, tais como a utilização de radiografias e imagens digitalizadas (Cunha et al., 2007; Gergi; Sabbagh, 2007). Também podem ser realizados cortes longitudinais das raízes para que imagens digitais sejam obtidas das superfícies seccionadas (Taşdemir et al. 2008). Estes métodos apresentam limitações, pois parte do espécime é perdido no processamento (Barletta et al. 2008) e técnicas 2D tem pouca precisão para avaliação de estruturas 3D (Hammad et al. 2009).

A microtomografia computadorizada por raios-X é uma metodologia que possibilita uma maior rapidez na avaliação, é um método de alta precisão pois as imagens são geradas na escala de micrômetros, além de ser um método não destrutivo em casos de dentes *ex vivo* (Jung et al. 2005; Barletta et al. 2008).

A microtomografia computadorizada por raios-X de alta resolução é uma tecnologia emergente que pode ser empregada em diversas áreas da odontologia (Jung et al. 2005) principalmente na endodontia (Peters et al. 2003; Guillaume et al. 2006; Hartmann et al. 2007; Versiani et al. 2011a; Stern et al. 2012) sendo que sua utilização aumentou significativamente nas últimas duas décadas (Huumonem et al., 2010). No campo das pesquisas endodônticas, a tecnologia da micro-TC têm sido empregada para avaliar a anatomia dental e dos canais radiculares (Li et al., 2012), avaliação do preparo químico cirúrgico (El Ayouti et al. 2011), avaliação da obturação dos canais radiculares e até mesmo os casos de retratamento endodôntico (Jung et al. 2005). Além de avaliar qualitativamente a obturação dos canais radiculares, é possível mensurar o volume de material obturador em dentes obturados (Hammad et al. 2008) e também volume de material obturador remanescente em casos de retratamentos endodônticos.

Os parâmetros para as análises microtomográficas deste estudo, foram obtidos num piloto, realizado previamente.

Os resultados, obtidos neste estudo, mostraram que nenhum dos sistemas avaliados foi capaz de remover completamente todo o material obturador dos canais radiculares, indo ao encontro de estudos prévios (Massiero; Barletta, 2005; Schirrmeister et al. 2006; Maciel; Scelza, 2006; Oliveira et al. 2006; Gergi; Sabbagh, 2007; Barletta et al. 2007; Taşdemir et al. 2008; Somma et al. 2008).

As características dos sistemas rotatórios de desobturação interferem significativamente na remoção do material obturador nos casos de retratamento endodôntico não cirúrgico. O grupo em que foi empregado o sistema rotatório ProTaper Universal Retreatment Files apresentou o menor volume final médio de material obturador ($2,12 \text{ mm}^3$) e o menor volume percentual médio de material obturador remanescente (12,76%), quando comparado ao grupo do sistema Mani Retreatment Files ($3,71 \text{ mm}^3$ / 23,54%).

Os instrumentos tipo ProTaper Retreatment possuem uma secção horizontal triangular com o ângulo interno da aresta lateral de corte com aproximadamente 60° , portanto seu ângulo de ataque é positivo, o que aumenta sua capacidade de corte e de remoção do material obturador. Portanto, as limas ProTaper Retreatment removem o material obturador pelo amolecimento, graças ao calor gerado pelo atrito produzido pela rotação dos instrumentos e pela ação direta de corte. Por sua vez, os instrumentos Mani Retreatment apresentam seu design baseado nos instrumentos de aço inoxidável GPX (Brasseler, Savannah, Estados Unidos), que possuem guia radial ampla e ângulo de ataque neutro. A proposta do fabricante é desobturar exclusivamente pela fricção gerada pela rotação do instrumento, que aquece a guta percha e a joga para fora do canal radicular. O instrumento Mani não desgasta a dentina, mantendo a forma original do canal radicular (Hiltner et al. 1992). A presença da guia radial nos instrumentos Mani Retreatment diminui o efeito de aparafusamento, gerando contudo, força abrasiva excessiva, justificando o uso de torque ilimitado.

Vale ressaltar que tanto a última lima do sistema Protaper Retreatment (D3 20/.07), quanto da Mani Retreatment (N4 – 30/.04) possuem diâmetro de ponta inferior ao do instrumento Mtwo (35/.04) utilizado no preparo. Comparando-se os instrumentos D3 (20/.07) do sistema Protaper Retreatment e o N4 (30/.04) da Mani Retreatment, constata-se que nos 03 mm iniciais da ponta, a N4 manterá maior

contato com a parede do canal radicular que a lima D3. No quarto milímetro os instrumentos apresentam diâmetro equivalente e no quinto milímetro, ocorre uma inversão com a lima D3 passando a possuir diâmetros significativamente maiores, quando comparados a N4. A partir do sétimo milímetro o instrumento D3 do sistema Protaper Retreatment apresenta diâmetro superior a lima Mtwo 35/.04, utilizada no preparo químico-mecânico, podendo desgastar as paredes dentinárias previamente instrumentadas, eliminando maior quantidade de material obturador do interior do canal.

Para ambos os grupos experimentais, a desobturação era considerada finalizada quando não se evidenciava presença de material obturador nas limas rotatórias. Portanto, os canais radiculares não foram reпреparados, o que certamente reduziria ainda mais a quantidade de material obturador remanescente.

A permanência de remanescentes de material obturador nos canais radiculares, também pode guardar relação com a complexidade anatômica dos canais mesiais dos molares inferiores e com a técnica obturação por ondas contínuas de condensação. A termoplastificação da guta-percha e sua compactação, permite o preenchimento de áreas sanificadas durante o preparo químico-mecânico e inacessíveis aos instrumentos utilizados para a desobturação. Tal fato, influenciou também a análise dos resultados, obrigando a avaliação conjunta dos canais méso-vestibular e méso-lingual de cada raiz mesial dos molares inferiores, previamente instrumentados e obturados em estudo piloto.

No entanto, devemos salientar que a micro tomografia computadorizada de raios-X continua a ser uma ferramenta de pesquisa e não pode ser empregada para a obtenção de imagens humana *in vivo*.

É importante destacar que, em virtude da imensa importância que a adequada desobturação dos canais radiculares possui para que o sucesso do retratamento endodôntico não cirúrgico seja alcançado, instrumentos e técnicas mais eficazes precisam ser desenvolvidos e testadas, justificando a continuidade dos estudos dessa linha de pesquisa.

7 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada, pode concluir-se que:

- As características dos sistemas rotatórios de retratamento interferem no volume percentual de material obturador remanescente e conseqüentemente na sua eficiência de desobturação;
- O sistema rotatório ProTaper Universal Retreatment Files mostrou-se mais eficiente que o sistema Mani Retreatment Files na desobturação de canais mesiais de molares inferiores, obturados pela técnica de ondas contínuas de condensação.
- Nenhum dos dois sistemas rotatórios de retratamento testados foi capaz de remover totalmente o material obturador, durante as manobras de esvaziamento.

REFERÊNCIAS¹

Agematsu H, Someda H, Hashimoto M, Matsunaga S, Abe S, Kim HJ, et al. Three-dimensional observation of decrease in pulp cavity volume using micro-CT: age-related change. Bull Tokyo Dent Coll. 2010;51(1):1-6.

Allen RK, Newton CW, Brown CE. A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. J Endod. 1989;15(6):261-6.

Amin SAW, Seyam RS, El-Samman MA. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. J Endod. 2012;38(5):696-9.

Aun CE, Santos M. Quantity of apical extruded material and efficiency of five different methods of removing gutta-percha and sealer from root canals - "in vitro" evaluation. Rev Faculdade Odontol. 1989;1(2):63-73.

Ayar LR, Love RM. Shaping ability of ProFile and K3 rotary Ni-Ti instruments when used in a variable tip sequence in simulated curved root canals. Int Endod J. 2004;37:593-601.

Barletta FB, Rahde NM, Limongi O, Moura AAM, Zanesco C, Mazocatto G. In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during Retreatment. J Can Dent Assoc. 2007;73(1):65.

---

¹ De acordo com o Estilo Vancouver

Barletta FB, Reis M, Wagner M, Borges J, Dall'agnol C. Computed tomography assessment of three techniques for removal of filling material. *Aust Endod J*. 2008;34:101-5.

Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography *Int Endod J*. 2001;34:390–8.

Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2003;36(4):288-95.

Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study *J Endod*. 2012;38(4):505-9.

Betti LV, Bramante CM, Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. Comparison of GPX with or without solvent and hand files in removing filling materials from root canals--an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;110(5):675-80.

Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CES, et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J*. 2012;45(5):419-28.

Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, et al. Heat Released, Time Required, and Cleaning Ability of Mtwo R and ProTaper

Universal Retreatment Systems in the Removal of Filling Material. *J Endod*. 2010;36(11):1870-3.

Brkanić T, Stojšin I, Živković S, Vukoje K. Canal wall thickness after preparation with NiTi rotary files. *Microsc Res Tech*. 2012;75(3):253-7.

Cheung LHM, Cheung GS. Evaluation of a rotary instrumentation method for C-shaped canals with micro-computed tomography. *J Endod* 2008;34:1233-8.

Cunha RS, Martin AS, Barros PP, Silva FM, Jacinto RC, Bueno CES. In vitro evaluation of the cleansing working time and analysis of the amount of gutta-percha or Resilon remnants in the root canal walls after instrumentation for endodontic retreatment. *J Endod*. 2007;33(12):1426-8.

Dall'agnol C, Hartmann MSM, Barletta FB. Computed Tomography Assessment of the Efficiency of Different Techniques for Removal of Root Canal Filling Material. *Braz Dent J*. 2008;19(4):306-12.

El Ayouti A, Dima E, Judenhofer M, Löst C, Pichler B. Increased Apical Enlargement Contributes to Excessive Dentin Removal in Curved Root Canals: A Stepwise Microcomputed Tomography Study. *J Endod*. 2011;37(11):1580-4.

Endal U, Shen Y, Knut A, Gao Y, Haapasalo M. A High-resolution Computed Tomographic Study of Changes in Root Canal Isthmus Area by Instrumentation and Root Filling. *J Endod*. 2011;37(2):223-7.

Ersahan S, Aydin C. Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate-based sealer, from radicular dentine. *J Endod*. 2010;36(12):2000-2.

Fan B, Yang J, Gutmann JL, Fan M. Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I: Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. *J Endod.* 2008;34(11):1337-41.

Fariniuk LF, Westphalen VPD, Silva-Neto UX, Carneiro E, Baratto Filho F, Fidel SR, et al. Efficacy of Five Rotary Systems versus Manual Instrumentation During Endodontic Retreatment. *Braz Dent J.* 2011;22(4):294-8.

Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2004;37(12):932-9.

Friedman S, Stabholz A. Endodontic Retreatment: case selection and technique. Part 1: Criteria for case selection. *J Endod.* 1986;12(1):28-33.

Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment-case selection and technique. 3. Retreatment techniques *J Endod.* 1990;16(11):543-9.

Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod.* 1996;22(7):369-75.

Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GTC, Kawakami DAS. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod.* 2012;38(5):684-7.

Gekelman D, Ramamurthy R, Mirfarsi S, Paqué F, Peters OA. Rotary nickel-titanium GT and ProTaper files for root canal shaping by novice operators: A radiographic and micro-computed tomography evaluation. *J Endod* 2009;35(11):1584-8.

Gergi R, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J*. 2007;44(7):532-7.

Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of Twisted Files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod*. 2010;36(5):904-7.

Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper Universal Retreatment Files in Removing Filling Materials during Root Canal Retreatment. *J Endod*. 2008;34(11):1381-4.

Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of NiTi rotary GT files versus traditional instruments in canal shaped by novice operators. *Int Endod J*. 2001;34(6):476-84.

Gu L, Wei X, Ling J, Huang X. A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in a Chinese population. *J Endod*. 2009;35(3):353-6.

Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J*. 2008;41:288–95.

Gu Y, Zhou P, Ding Y, Wang P, Ni L. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars: Part III--An odontometric analysis. *J Endod.* 2011;37(4):485-90.

Guillaume B, Lacoste JP, Gaborit N, et al. Microcomputed tomography used in the analysis of the morphology of root canals in extracted wisdom teeth. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2006;44:240-4.

Gurgel-Filho ED, Feitosa JPA, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ, Teixeira FB. Assessment of different gutta-percha brands during the filling of simulated lateral canals. *Int Endod J.* 2006;39(2):113-8.

Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of Root Canal Obturation: A three-dimensional *In Vitro* Study. *J Endod.* 2009;35(4):541-4.

Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional Evaluation of Effectiveness of Hand and Rotary Instrumentation for Retreatment of Canals Filled with Different Materials. *J Endod.* 2008;34(11):1370-3.

Hanning C, Dullin C, Hülsmann M, Heidrich G. Three-dimensional, non-destructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: an ex vivo in vitro case report. *Int Endod J.* 2005;38(12):904-13.

Hansen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *J Endod.* 1998;24(1):38-40.

Hartmann M, Barletta F, Fontanella V, Vanni J. Canal Transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod.* 2007;33(8):962-5.

Heidrich G, Hassepass F, Dullin C, Attin T, Grabbe E, Hannig C. Non-destructive, preclinical evaluation of root canal anatomy of human teeth with flat-panel detector volume CT. *Rofo*. 2005;177:1683–90.

Hiltner RS, Kulild JC, Weller RN. Effect of mechanical versus thermal removal of gutta-percha on the quality of the apical seal following post space preparation. *J Endod*. 1992;18(9):451-4.

Huomonen S, Kvist T, Gröndahl K, Molander A. Diagnostic value of computed tomography in re-treatment of root fillings in maxillary molars. *Int Endod J*. 2010; 39(10):827-33.

Imparato JCP, Nassif ACS, Ramos DLP, Tieri F, Matsumoto IT, Framchim GH, et al. Banco de dentes humanos. Curitiba: Editora Maio; 2003. 190 p.

Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J*. 2005;38:617–26.

Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod*. 1979 ;5(3):83-90.

Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, Matalon S, Abramovitz I. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *Int Endod J*. 2012;45(1):35-41.

Kim HC, Kwak SW, Cheung GSP, Ko DH, Chung SM, Lee WC. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod.* 2012;38(4):541-4.

Kim SG, Solomon C. Cost-effectiveness of Endodontic Molar Retreatment Compared with Fixed Partial Dentures and Single-tooth Implant Alternatives. *J Endod.* 2011;37(3):321-5.

Kosti E, Zinelis S, Molyvdas I, Lambrianidis T. Effect of root canal curvature on the failure incidence of ProFile rotary Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J.* 2011; 44(10):917-25.

Lasso PRO, Vaz CMP, Naime JM. Recomendações para utilização do microtomógrafo de raios-X Sky Scan 1172 em ciências agrárias e biológicas. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária; 2008. 22p.

Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod.* 2002;28(10):684-8.

Li K, Gao Y, Zhang R, Hu T, Guo B. The effect of a manual instrumentation technique on five types of premolar root canal geometry assessed by microcomputed tomography and three-dimensional reconstruction. *BMC Medical Imaging.* 2011;11:14-23.

Li X, Liu N, Liu N, Ye L, Nie X, Zhou X, et al. A micro-computed tomography study of the location and curvature of the lingual canal in the mandibular first premolar with two canals originating from a single canal. *J Endod.* 2012;38(3):309-12.

Maciel AC, Scelza MF. Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J*. 2006;39(10):779-84.

Mareending M, Schicht O, Paqué F. Initial apical fit of K-files versus LightSpeed LSX instruments assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J*. 2012;45:169–76.

Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Sindreu FD, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *Int Endod J*. 2010;43:1022–8.

Markvart M, Darvann T, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S, Bjørndal L. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J*. 2012;45(3):273-81.

Masiero AV, Barletta FB. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J*. 2005;38(1):2-7.

Meder-Cowherd L, Williamson AE, Johnson WT, Vasilescu D, Walton R, Qian F. Apical morphology of the palatal roots of maxillary molars by using micro-computed tomography. *J Endod*. 2011;37(8):1162-5.

Melo-Júnior JE, Cunha RS, Bueno CES, Zuolo ML. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I--an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(1):e59-62.

Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paqué F. The Quality of Root Canal Preparation and Root Canal Obturation in Canals Treated with Rotary versus Self-adjusting Files: A Three-dimensional Micro-computed Tomographic Study. *J Endod*. 2010;36(9):1569-73.

Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Endod J*. 2009;42:1057-64.

Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol*. 1998;8(9):1558-64.

Mushtaq M, Farooq R, Ibrahim M, Khan FY. Dissolving efficacy of different organic solvents on gutta-percha and resilon root canal obturating materials at different immersion time intervals. *J Conserv Dent*. 2012;15(2):141-5.

Ng YL, Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J*. 2010;43(3):171-89.

Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J*. 2011;44:583–609.

Ohishi K, Ohishi M, Takahashi A, Kido J, Uemura S, Nagata T. Examination of the roots of paramolar tubercles with computed tomography: report of 3 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1999;88:479–83.

Oi T, Saka H, Ide Y. Three-dimensional observation of pulp cavities in the maxillary first premolar tooth using micro-CT. *Int Endod J*. 2004;37(1):46-51.

Oliveira DP, Barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB. Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. J Endod. 2006;32(4):362-4.

Ounsi HF, Franciosi G, Paragliola R, Al Huzaimi K, Salameh Z, Tay FR, et al. Comparison of two techniques for assessing the shaping efficacy of repeatedly used nickel-titanium rotary instruments. J Endod. 2011;37:847-50.

Paiva, JG, Antoniazzi JH. Endodontia: bases para a prática clínica. 2^a ed. São Paulo: Artes Médicas, 1993. 675 p.

Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel titanium rotary instruments: A micro-computed tomography study. J Endod. 2010a;36(4):703-7.

Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. J Endod. 2009;35(7):1056-9.

Paqué F, Peters OA. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. J Endod. 2011;37(4):517-21.

Paqué F, Zehnder M, Marending M. Apical fit of initial K-files in maxillary molars assessed by micro-computed tomography. Int Endod J. 2010b;43:328-35.

Pasqualini D, Bianchi CC, Paolino DS, Mancini L, Cemenasco A, Cantatore G, et al. Computed micro-tomographic evaluation of glide path with nickel-titanium Rotary pathfile in maxillary first molars curved canals. *J Endod*. 2012;38(3):389-93.

Pasternak-Júnior B, Sousa-Neto MD, Silva RG. Canal transportation and centring ability of RaCe rotary instruments. *Int Endod J*. 2009;42(6):499-506.

Park JW, Lee JK, Ha BH, Choi JH, Perinpanayagam H. Three-dimensional analysis of maxillary first molar mesiobuccal root canal configuration and curvature using micro-computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(3):437-42.

Peters OA, Boessler C, Paqué F. Root canal preparation with a novel nickel-titanium instrument evaluated with micro-computed tomography: canal surface preparation over time. *J Endod*. 2010;36(11):1068-72.

Peters OA, Paqué F. Root canal preparation of maxillary molars with the self-adjusting file: A micro-computed tomography study. *J Endod*. 2011;37(1):53-7.

Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J*. 2003;36:86–92.

Peters OA, Schonenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*. 2001;34:221–30.

Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati C. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. *J Endod.* 2009;35(10):1433-40.

Plotino G, Grande NM, Falanga A, Giuseppe IL, Lamorgese V, Somma F. Dentine removal in the coronal portion of root canals following two preparation techniques. *Int Endod J.* 2007;40(11):852-8.

Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997;23(2):77-85.

Rhodes JS, Ford TRP, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J.* 1999;32(3):165-70.

Ribeiro DA, Matsumoto MA, Marques MEA, Salvadori DMF. Biocompatibility of gutta-percha solvents using in vitro mammalian test-system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(5):e106-9.

Ricucci D, Russo J, Rutemberg M, Burleson JA, Spångberg LSW. A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(6):825-42.

Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD. Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: "low-dose cone-beam" CT analysis of the pathway and its anatomic variations. *J Endod.* 2003;29(11):773-5.

Rödig T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals – a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2012;1-10.

Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J.* 2010;43(3):200-9.

Rubino GA, Akisue E, Nunes BG, Gavini G. Solvency capacity of gutta-percha and Resilon using chloroform, eucalyptol, orange oil or xylene. *J Health Sci Inst.* 2012;30(1):22-5.

Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic Treatment Outcomes in a Large Patient Population in the USA: An Epidemiological Study. *J Endod.* 2004;30(12):846-50.

Sato I, Ueno R, Kawai T, Yosue T. Rare courses of the mandibular canal in the molar regions of the human mandible: a cadaveric study. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 2005;82(3):95-101.

Schäfer E, Erler E, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2006a;39(3):196-202.

Schäfer E, Erler E, 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.* 2006b; 39(3):203-12.

Schäfer E, Oitzinger M. Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2008;34(2):198-200.

Schirrmeister JF, Wrbas KT, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;101(4):542-7.

Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1971;2(32):273-5.

Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*. 1997;30:297–306.

Solomonov M, Paqué F, Fan B, Berman YELH. The challenge of C-shaped canal systems: a comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. *J Endod*. 2012;38(2):219-14.

Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod*. 2008;34(4):466-9.

Somma F, Cretella G, Carotenuto M, Pecci R, Bedini R, De Biase M, et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J*. 2011;44:362-9.

Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment-case selection and technique. Part 2: Treatment planning for Retreatment. J Endod. 1988;14(12):607-14.

Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel–titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (μ CT). Int Endod J. 2012;45:514-23.

Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. Endod Dent Traumatol. 1990;6(1):16-20.

Tagger M, Gold A. Flow of various brands of Gutta-percha cones under in vitro thermomechanical compaction. J Endod. 1988;14(3):115-20.

Tanomaru-Filho M, Silveira GF, Tanomaru JMG, Bier CAS. Evaluation of the thermoplasticity of different gutta-percha cones and Resilon. Aust Endod J. 2007; 33(1):23-6.

Taşdemir T, Yildirim T, Celik D. Comparative study of removal of current endodontic fillings. J Endod. 2008;34(3):326-9.

Teixeira FB, Teixeira ECN, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. J Am Dent Assoc. 2004;135:646-52.

Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. J Endod. 2009;35(7):930-7.

Ünal GC, Kaya BÜ, Taç AG, Keçeci AD. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J*. 2009; 42(4):344-50.

Velvart P, Hecker H, Tillinger G. Detection of the apical lesion and the mandibular canal in conventional radiography and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001;92:682-8.

Versiani M, Pascon E, Sousa C, Borges M, Sousa-Neto M. Influence of shaft design on the shaping ability of 3nickel-titanium rotary systems by means of spiral computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 105(6):807-13.

Versiani MA, Pécora JD, Souza-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: A micro-computed tomography study. *J Endod*. 2011a;37(7):1002-7.

Versiani MA, Pécora JD, Souza-Neto MD. The anatomy of two-rooted mandibular canines determined using micro-computed tomography. *Int Endod J*. 2011b;44(7):682-7.

Vilanova WV, Carvalho-Junior JR, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J*. 2012;45(1):42-8.

Williamson AE, Sandor AJ, Justman BC. A comparison of three nickel titanium rotary systems, EndoSequence, ProTaper universal, and profile GT, for canal-cleaning ability. *J Endod.* 2009;35(1):107-9.

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.* 2011;37(10):1412-6.

Yin X, Cheung GS, Zhang C, Masuda YM, Kimura Y, Matsumoto K. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. *J Endod.* 2010;36(4):708-12.

Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2005;31(5):373-5.

You S, Kim H, Bae K, Baek S, Kum K, Lee W. Shaping Ability of Reciprocating Motion in Curved Root Canals: A Comparative Study with Micro-Computed Tomography. *J Endod.* 2011;37(9):1296-300.

Zakariasen KL, Brayton SM, Collinson DM. Efficient and effective root canal retreatment without chloroform. *J Can Dent Assoc.* 1990;56(6):509-12.

Zaslansky P, Fratzl P, Rack A, Wu MK, Wesselink P, Shemesh H. Identification of root filling interfaces by microscopy and tomography methods. *Int Endod J.* 2011;44:395-401.

ANEXO A – Comitê de Ética em Pesquisa FOU SP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER DE APROVAÇÃO
Protocolo 132/11
CAAE 0148.0.017.000-11

O grupo de trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa **APROVOU** o protocolo de pesquisa "**Avaliação da eficiência de sistemas rotatórios na desobturação de canais, através da microtomografia**", de responsabilidade do pesquisador Gustavo Alberto Rubino, Juliana Mattos Silveira, sob orientação do Prof. Dr. Giulio Gavini.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 13 de dezembro de 2011.

Profa. Dra. Marcia Turolla Wanderley
Coordenadora do CEP-FOUSP

Av. Prof. Lineu Prestes, 2227 - Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira".
São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel. (0XX11) 3091-7960