ELAINE FAGA IGLECIAS

Avaliação qualitativa e quantitativa da instrumentação e obturação de canais radiculares achatados utilizando-se microtomografia computadorizada

São Paulo

2014

ELAINE FAGA IGLECIAS

**Avaliação qualitativa e quantitativa da instrumentação e obturação de canais
radiculares achatados utilizando-se microtomografia computadorizada**

Versão Original

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

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. João Humberto Antoniazzi

São Paulo

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

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

Iglecias, Elaine Faga.

Avaliação qualitativa e quantitativa da instrumentação e obturação de canais radiculares achatados utilizando-se microtomografia computadorizada / Elaine Faga Iglecias ; orientador João Humberto Antoniazzi. -- São Paulo, 2014.

87 p. : fig., tab. ; 30 cm.

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

Versão original.

1. Microtomografia. 2. Obturação do canal radicular. 3. Endodontia. I. Antoniazzi, João Humberto. II. Título.

Iglecias EF. Avaliação qualitativa e quantitativa da instrumentação e obturação de canais radiculares achatados utilizando-se microtomografia computadorizada. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: / /2014

Banca Examinadora

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição _____ Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição _____ Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição _____ Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição _____ Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ser o meu mantenedor, por me dar em cada momento exatamente o que eu preciso. Por sempre guiar os meus passos e se fazer presente nos pequenos detalhes. Por me dar uma família maravilhosa e colocar no meu caminho pessoas tão queridas.

Aos meus amados pais Dorival e Ivanide. Com certeza esse trabalho não teria terminado sem vocês. Muito obrigada por cuidarem dos meus maiores tesouros em todos meus momentos de ausência, que não foram poucos. E por cuidarem de mim, com demonstrações de amor e orações. Por estarem presentes em todas as horas. Eu amo vocês.

Ao meu amado marido Fernando, meu porto seguro. Esse trabalho é seu. Você esteve comigo em cada detalhe, e sem o seu apoio incondicional eu jamais conseguiria. Obrigada por além de ser um pai maravilhoso ter feito muitas vezes o papel de mãe nos momentos em que eu não estava presente. Amo você.

À minha filha Vitória, meu amor. Você sabe que a mamãe ama muito você. Continue sempre essa menina adorável que você é, contagiando a todos com seus pensamentos. Agradeço a Deus pela Vitória que você é.

Ao meu filho Leonardo, meu amor. A mamãe te ama muito. Continue sempre espalhando sua alegria por todos os lugares. Agradeço a Deus por sua vida.

Às minhas irmãs Patrícia e Liliane, a quem eu muito amo, muito obrigada por estarem comigo a cada instante e me ajudarem sempre. Por me incentivarem sempre e por participarem ativamente da minha vida.

Aos meus cunhados Márcio e Rafael, saibam que considero vocês meus irmãos. Louvo a Deus por vocês.

Aos meus amados sobrinhos Nicolás, Laura, Isabela, Rafael e Gabriel. Vocês são a

alegria dos nossos dias e motivo de muito orgulho para mim.

Ao meu primo Victor e ao meu avô Benedito (in memoriam) que infelizmente não estão entre nós e de quem sempre sentirei muita saudade.

À minha querida tia Lára, a quem considero uma mãe. Te amo muito.

À minha querida prima Cristina, a melhor fotógrafa que eu conheço, minha irmã. Te amo muito.

À querida Marta, que é meu braço direito sempre que preciso.

A toda minha família que participa comigo de cada etapa da minha vida, muito obrigada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Humberto Antoniazzi. Foi uma honra conhecer tão ilustre professor e um privilégio desfrutar da sua companhia. Seu carinho para com seus alunos sempre será uma excelente recordação para mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Giulio Gavini. Muito obrigada por seus ensinamentos, por sua paciência e por sua retidão. Fico muito feliz pelo privilégio desses anos juntos. Que Deus continue guiando seus caminhos com inúmeras bênçãos.

Ao querido professor e amigo Prof. Dr. Celso Kenji Nishiyama, que sempre me incentivou e possibilitou o início da minha carreira como endodontista.

Ao querido mestre e amigo Prof. Dr. Renato Leonardo, seu conhecimento e alegria me servem de inspiração. Sinto-me honrada de ter sido sua aluna e de poder desfrutar da sua amizade.

À querida Prof. Dra. Marcia Carneiro Valera, minha eterna orientadora. Você é um exemplo de determinação, conhecimento e cuidado pelo próximo. Sinto-me privilegiada pelos anos de convívio e pela oportunidade de desfrutar do seu carinho.

Ao meu querido professor e amigo Prof. Dr. Carlos Henrique Ribeiro de Camargo com quem convivi muitos anos e que também considero meu orientador. Ique e Samira (Prof. Dra. Samira Esteves Afonso Camargo), vocês sempre estarão presentes nas minhas carinhosas lembranças.

Aos queridos Claudio e Luciane (Prof. Dr. Cláudio Antônio Talge de Carvalho e Prof. Dra. Luciane Dias Oliveira), que me acolheram tão carinhosamente. Vocês sempre terão um lugar no meu coração.

Ao Prof. Dr. Abílio Moura (in memoriam) que foi meu primeiro orientador na Endodontia e que, de alguma maneira, me levou à comunidade USP. Infelizmente não pudemos conviver por mais tempo, mas sua memória está presente neste trabalho.

Aos professores Celso (Prof. Dr. Celso Caldeira) e Ericka (Prof. Dra. Ericka Pinheiro), por quem tenho grande carinho. Foi muito bom conviver esse anos com vocês. Vocês são pessoas especiais.

Aos meus amigos Renato (Prof. Dr. Renato Miotto Palo) e Paula (Paula Regina Oliveira de Carvalho Miotto Palo), tão especiais, que participam desta caminhada comigo há algum tempo. Cada momento com vocês é especial, vou sempre guardar com carinho estas lembranças. Um agradecimento especial Renato, por ter me ajudado tão diretamente na idealização desse sonho, por podermos dividir pensamentos e por todo carinho que você sempre dispensou a mim.

Aos meus queridos amigos Babou (Prof. Dra. Anna Carolina Mello-Moura) e Cacio (Prof. Dr. Cacio Moura Netto), velhos conhecidos, novos amigos. Embora estejamos mais próximos nos últimos anos, vocês são como amigos de longa data com quem tenho muito prazer de estar. Cacio, um agradecimento especial a você, que com certeza faz parte dessa conquista, e com quem tenho a grata satisfação de conviver.

À querida amiga Claudia (Claudia Casarini), desfrutamos muitos momentos juntas, nas mais diversas situações, lembranças para toda vida. Muito obrigada minha amiga, seria muito mais difícil sem nossas risadas.

Às queridas amigas Giovana Buso e Lecy Lório, vocês fazem parte da minha família. Obrigada por todos os momentos que dividimos juntas. Vocês são muito especiais.

Às eternas amigas do mestrado: Manu, Alê, Lilian e Mari. Sou grata por desfrutar da amizade de vocês.

Aos queridos novos amigos Marcia Bardauil, Karla Baumotte e Niltinho Azambuja que muitas vezes tiveram que suprir minha ausência. Muito obrigada, com vocês é muito mais divertido.

Aos queridos amigos George, Mario, Laila, Ceci, Sandra, Emanuelle, Giovana, Thalia, Victor, Simony, Laís, Amanda, Ana Laura, Aline, Nágila, Marcia, Cleber, Alexandre, Thiago, Rodrigo, companheiros de pós-graduação. Foi muito bom ter passado esses anos com vocês. Lembrarei sempre de vocês.

À querida Laila Freire, meu agradecimento especial, convivemos bem de perto, tivemos várias conquistas. Obrigada por ser sempre tão dedicada. Te desejo muito sucesso.

Ao meu amigo George Candeiro, em especial, foi muito bom te conhecer. Que nossa jornada juntos se estenda por muito tempo e que Deus sempre conserve nossa amizade.

Aos Profs Drs Maine (Mary Caroline Skelton Macedo), Igor Prokopowitsch, Carla Sipert, Marcelo dos Santos, Manoel Machado, Carlos Aun e José Luis Lage-Marques, obrigada pela convivência.

Aos meus queridos alunos, muito obrigada por serem sempre uma motivação para que eu sempre trilhe esse caminho da ciência. Vocês são a razão de tudo isso.

À querida Selma, muito obrigada por ser tão prestativa e carinhosa.

À querida Ana Maria que sempre me recebeu tão bem e sempre me ajudou em tudo que precisei.

Aos queridos Leandro, Soninha e Davi, muito obrigada.

Às secretarias da pós graduação Kátia e Alessandra, sempre tão simpáticas e prestativas.

Às queridas Glauci e Cláudia que só tive o privilégio de conhecer mais de perto agora, muito obrigada por serem instrumentos de Deus e fazerem seu trabalho com tanto amor.

À querida Simone Ferreira, que foi um anjo enviado por Deus para a realização desse trabalho. Muito obrigada por sua dedicação e carinho comigo. Que Deus guie sempre seus caminhos.

Ao Márcio, muito obrigada por sua ajuda. Que Deus te dê serenidade e conforto seu coração.

À prof. Maria Rita S. Passos Bueno que disponibilizou seu laboratório tão prestativamente para realização da nossa pesquisa.

À Fapesp que viabilizou monetariamente este trabalho.

A todos que direta ou indiretamente participaram e colaboraram com esse projeto, hoje concretizado.

*"Tudo tem seu tempo determinado, e há tempo para todo
propósito debaixo do céu".*

Eclesiastes 3:1

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 2.1 - Foto lima R25 com aumento 60X. O círculo representa o ponto 3mm. Em azul percebe-se a maior conicidade deste porção
- Quadro 4.1 - Divisão dos grupos.....
- Figura 4.1 - Espécimes em escaneamento
- Figura 4.2 - Microtomógrafo Skyscan 1176 (A). Detalhe da câmera interna para monitoramento do espécime (B) e da aquisição da imagem (C).....
- Quadro 4.2 - Parâmetros utilizados na obtenção das imagens no Microtomógrafo
- Figura 4.3 - Ilustração dos torques e velocidades utilizadas no grupo
- Figura 4.4 - Ilustração do PQC Grupos Oscilatório, Recíproco e Rotatório, respectivamente.....
- Quadro 4.3 - Parâmetros utilizados na reconstrução das imagens
- Figura 4.5 - Print screen da tela do dataviewer durante registro das imagens. A: imagem inicial e final superpostas. B: Após alinhamento correto das imagens. C: Registration Options. D: Caixa para seleção de formato de arquivo para salvar a imagem registrada.....
- Figura 4.6 - Seleção do TOP e BOTTOM A: Seleção da região de interesse (ROI) B: Novo dataset Imagem binarizada
- Gráfico 5.1 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, do volume de desgaste para cada terço.....
- Gráfico 5.2 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, do volume de desgaste para cada grupo
- Gráfico 5.3 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, da superfície não tocada para cada terço

Gráfico 5.4 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, da superfície não tocada para cada grupo

Gráfico 5.5 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, do percentual de espaços vazios na obturação, para cada terço

Gráfico 5.6 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, do percentual de espaços vazios na obturação, para cada grupo

Figura 5.1 - Grupo cone único. Em rosa o material obturador e em preto as falhas e espaços vazios.....

Figura 5.2 - Grupo ondas contínuas de condensação. Em rosa o material obturador e em preto as falhas e espaços vazios. Dentes superiores.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Médias e desvio padrão para volume de desgaste

Tabela 5.2 - Médias e erros padrão para área não tocada (%)

Tabela 5.3 - Médias e erros padrão para espaços vazios da obturação (%).....

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCD	charged couple device
CRT	comprimento real de trabalho
DL	disto lingual
ISO	International Standard Organization
MD	mésio-distal
Micro CT	microtomografia
ML	mésio-lingual
mm	milímetro
MV	mésio-vestibular
OCC	ondas contínuas de condensação
TC	tomografia computadorizada de raios x
TCCB	tomografia computadorizada de feixe cônico
VL	vestíbulo-lingual
μ CT	microtomografia

RESUMO

Iglecias EF. Avaliação qualitativa e quantitativa da instrumentação e obturação de canais radiculares achatados utilizando-se microtomografia computadorizada [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2014. Versão Original.

Na Endodontia, a microtomografia (μ CT) tem sido amplamente utilizada como método de análise tridimensional. Atualmente, três movimentos mecanizados para o preparo do canal radicular tem sido introduzidos na rotina endodôntica, oscilatório, rotatório e recíproco. Existem diferentes sistemas de limas acionadas por motores capazes de realizar esses movimentos. Sendo assim, os objetivos deste trabalho são utilizar a μ CT para avaliar, em canais mesiais achatados de molares inferiores, a qualidade e modelagem final de preparo do canal radicular, utilizando-se sistemas oscilatório, recíproco e rotatório e avaliar a obturação do canal radicular com cone único ou ondas contínuas de condensação, no que diz respeito ao volume de material obturador e de espaços vazios. Os resultados não mostraram diferença estatística significativa no volume de desgaste entre os grupos testados. Para a porcentagem de superfície não tratada os grupos oscilatório e rotatório tocaram mais paredes nos terços cervical e médio do que o grupo recíproco. A técnica de ondas contínuas de condensação e cone único apresentaram preenchimento de obturação semelhantes nos terços médio e apical, sendo que no terço cervical a técnica de ondas contínuas deixou menor porcentagem de espaços vazios.

Palavras-chave: Micro CT. Instrumentação. Canal Achatado. Obturação.

ABSTRACT

Iglecias EF. Qualitative and quantitative evaluation of instrumentation and obturation of flat root canals using computed microtomography [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2014. Versão Original.

Endodontics in the microtomography (μ CT) has been widely used as a method for three-dimensional analysis. Currently, three mechanized movements for root canal preparation has been introduced in endodontic, oscillatory, rotational and reciprocal routine. There are different files systems driven by motors capable of these movements. Thus, the objectives of this work are using μ CT to evaluate, in flattened mesial canals of mandibular molars, the quality and final modeling of root canal preparation, using oscillatory, reciprocal and rotational systems and evaluate the root canal filling with single cone or continuous waves of condensation, with respect to the volume of filling material and voids. The results showed no significant difference in estatística wear volume between the tested groups. For the percentage of untreated surface and the oscillating rotating groups played more walls in the cervical and middle thirds of the reciprocal group. The technique of continuous wave of condensation and single cone showed similar fillings fill in the middle and apical thirds, and in the cervical third of the technique of continuous wave left lower percentage of voids.

Keywords: Micro CT. Instrumentation. Flat canal. Filling

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 Microtomografia	22
2.2 Microtomografia e anatomia	23
2.3 Microtomografia e Instrumentação dos canais radiculares	24
2.4 Instrumentos e movimentos de preparo do canal radicular	30
2.5 Microtomografia e Obturação dos canais radiculares	32
3 PROPOSIÇÃO	35
4 MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1 Seleção da amostra	36
4.2 Divisão dos grupos	36
4.3 Preparo da amostra	37
4.4 Preparo da base padronizadora para escaneamento	37
4.5 Microtomografia computadorizada	38
4.6 Escaneamento (aquisição das imagens)	39
4.7 Preparo dos espécimes para análise da instrumentação	40
4.7.1 Grupo Oscilatório	40
4.7.2 Grupo Rotatório	41
4.7.3 Grupo Recíproco	42
4.8 Preparo da amostra para análise da obturação	45
4.8.1 Grupo Cone Único	45
4.8.2 Grupo Ondas Contínuas	45
4.9 Reconstrução das imagens	46
4.10 Análise dos dados	46
4.10.1 Registro das imagens (Dataviewer)	47
4.10.2 Análise das imagens (CTan)	48
4.11 Análise dos resultados	48
4.12 Análise estatística	51

5 RESULTADOS.....	52
6 DISCUSSÃO	63
7 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICES	82
ANEXO.....	87

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento das características tridimensionais do complexo sistema de canais radiculares bem como suas alterações durante o tratamento são fatores primordiais que contribuem para o sucesso da terapia endodôntica.

Desde a descoberta dos raios X, a tecnologia levou a uma revolução na medicina diagnóstica, tornando possível ver o funcionamento interno do corpo humano, de forma não-invasiva.

A radiografia é um método não destrutivo que permite visualizar diferentes etapas do tratamento endodôntico, mantendo o dente inteiro. Entretanto, a informação obtida se baseia em apenas duas dimensões, o que não permite a visualização tridimensional do canal radicular sem a secção transversal do espécime (Dowker et al., 1997).

A Tomografia Computadorizada de raios-x (TC) também é um método não destrutivo de análise, sendo amplamente utilizado na medicina diagnóstica, pois permite visualizar estruturas tridimensionalmente. Com o desenvolvimento da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCCB), ou Cone Beam, o uso desse exame se difundiu na Odontologia, pois a resolução alcançada permite avaliar as estruturas dentárias, inclusive aspectos relacionados ao canal radicular.

Um dos primeiros experimentos que utilizou a TC em Endodontia foi realizado por Tachibana e Matsumoto (1990) para observar a morfologia de dentes superiores e inferiores em adultos e a sua relação com o ligamento periodontal. Os autores destacaram a vantagem da tomografia mostrar estruturas não identificadas pela radiografia convencional, porém, segundo o estudo feito na época, esse exame era limitado pela falta de precisão e alto custo.

Recentemente foi desenvolvida a Microtomografia Computadorizada de Raios-x (micro CT ou μ CT). Trata-se de uma tomografia computadorizada mas com resolução muito maior, na ordem de micrometros. Essa tecnologia aliada ao desenvolvimento de programas de gerenciamento de imagem permite a reconstrução tridimensional das imagens obtidas, permitindo navegar no interior da imagem reconstruída. É um sistema de aquisição do tipo Cone-Beam, composto por um feixe de microfoco de raios-x e câmera CCD (charged couple device), e que permite regular potência, amperagem e rotação da amostra, para obtenção de

centenas de imagens bidimensionais que serão reconstruídas por computador resultando em uma imagem tridimensional de alta resolução (Rubino, 2012).

Desde o desenvolvimento da μ CT muitos estudos foram desenvolvidos para análise de todas as etapas do tratamento endodôntico, destacando a habilidade deste método em apresentar as morfologias interna e externa dos dentes, as mudanças de área e volume após a instrumentação e a obturação dos canais, preparo para retentores intra-radulares, adaptação apical dos instrumentos, quantificação do transporte do canal radicular após o preparo, mostrando resultados importantes para novos parâmetros técnicos, tais como a criação de novos instrumentos ou reorganização das técnicas de preparo do canal radicular. Tudo isso sem a necessidade de destruição das amostras e possibilitando a avaliação tridimensional das mesmas.

Utilizando-se a μ CT muitos estudos apontam a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, salientando-se a alta incidência de canais ovalados, e a grande presença de áreas de istmo, em praticamente todos os grupos dentários. Essa anatomia influencia diretamente na qualidade da instrumentação e obturação dos canais radiculares, justificando a grande quantidade de pesquisas avaliando instrumentos e técnicas de preparo do sistema de canais radiculares, bem como da limpeza e obturação desse complexo sistema.

Durante praticamente 200 anos a endodontia foi realizada praticamente sem grandes mudanças, a instrumentação dos canais radiculares contava com o uso de limas manuais utilizadas na técnica seriada, o que muitas vezes tornava o tratamento muito mais difícil de ser realizado.

Em 1980, Marshall e Pappin juntamente com Abou-Rass et al. começaram o desenvolvimento de novos conceitos de instrumentação dos canais radiculares, focados na remoção das interferências cervicais dos canais radiculares. Isso representou um grande ganho para endodontia daquele momento introduzindo a instrumentação no sentido coroa-ápice e buscando um acesso mais retilíneo ao ápice radicular, revolucionando-se o conceito de quase dois séculos de endodontia ápice-coroa. No final desta década as técnicas e sistemas de preparo dos canais se preocuparam com a curvatura dos canais; assim, ligas flexíveis, como o níquel e titânio (NiTi), foram desenvolvidas com o objetivo de facilitar o preparo endodôntico, devido à grande flexibilidade, super elasticidade e efeito memória (Walia et al., 1988), facilitando seu emprego em canais curvos e desde então, o interesse em

instrumentos rotatórios de Níquel e Titânio (NiTi) tem crescido e representa uma revolução na terapia endodôntica.

Nas últimas décadas, novos movimentos para a instrumentação dos canais radiculares tem sido estudados e introduzidos no cotidiano endodôntico. Sendo assim, podemos dizer que, atualmente, existem três movimentos básicos de preparo dos canais radiculares: oscilatório, rotatório e recíproco.

No movimento oscilatório utilizamos limas de aço inoxidável ou de Niti acionadas por um contra-ângulo oscilatório que realiza movimentos simétricos nos sentidos horário e anti-horário. Essa oscilação é realizada com diferentes amplitudes dependendo do fabricante, como por exemplo, 30° no sistema EndoEze (Ultradent) e 45° no Tep 10 R (NSK).

O movimento rotatório, introduzido no final da década de 80 talvez seja o mais difundido atualmente. É realizado por motores elétricos e contra-ângulos redutores que acionam limas de NiTi num movimento de rotação (360°) dentro do canal radicular. Existem diversos sistemas no mercado atual que utilizam essa tecnologia, como ProTaper, Mtwo, K3, Twisted File, Easy Logic, Race.

O mais recente movimento desenvolvido é o alternado recíproco. Utiliza também motores elétricos e contra-ângulos redutores que acionam limas de NiTi, mas neste caso os movimentos são assimétricos nos sentidos anti-horário e horário. As amplitudes variam de aproximadamente 60° a 90° à direita (horário) e 120° a 270° à esquerda (anti-horário) e as limas cortam no sentido anti-horário. Os dois grandes representantes, atualmente, deste grupo são os sistemas Reciproc (VDW) e Wava One (Dentsply).

Toda essa evolução de instrumentos, movimentos e cinemáticas de uso busca aprimorar o tratamento endodôntico visando redução no tempo de trabalho e melhora na sanificação e modelagem do sistema de canais radiculares, respeitando a anatomia inicial e possibilitando a posterior obturação.

Além do preparo, o selamento tridimensional dos canais radiculares é outro objetivo do tratamento endodôntico que vem sendo amplamente estudado nos últimos anos.

Existem diferentes técnicas de obturação dos canais radiculares. Durante muitos anos, a condensação lateral ativa foi a mais utilizada. Mas com o advento de novas tecnologias para obturação do canal e para avaliação da qualidade obtida com elas, esse passo do tratamento também tem mudado bastante. Técnicas

termoplásticas realizadas com compactadores de McSpaden, ultrassom ou aparelhos termoplastificadores são grandemente difundidas. Além disso, novos cimentos e cones de obturação são constantemente desenvolvidos.

Diferentes métodos de avaliação da qualidade da obturação já foram utilizados, como, por exemplo, infiltração de corante para avaliação do selamento apical (El Deeb, 1985), cortes seriados dos dentes observados em microscópio eletrônico para avaliar o preenchimento dos canais e falhas na obturação (Bramante et al., 1987; Kuttler et al., 2001; Sahni et al., 2008), cortes horizontais com escaneamento das fatias obtidas para avaliar a qualidade de obturação (Mannocci et al., 1998; Wu e Wesselink, 2001)

Com o advento da tomografia (TC) e da posteriormente da microtomografia (μ CT), a obturação do sistema de canais radiculares pode ser avaliada tridimensionalmente sem a necessidade de modificação ou destruição dos espécimes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a instrumentação e obturação de canais radiculares achatados com três movimentos distintos de preparo e duas diferentes técnicas de obturação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Microtomografia

Muitas metodologias já foram utilizadas na avaliação e estudo dos canais radiculares. A introdução da microtomografia (μ CT) na odontologia permitiu a realização de análises mais detalhadas do sistema de canais radiculares, com as vantagens adicionais de não destruir o espécime analisado e gerar um banco de dados para comparações futuras.

Nielsen et al. (1995), demonstraram a micro-CT como uma metodologia avançada para a pesquisa endodôntica. Quatro primeiros molares superiores extraídos foram escaneados por um microtomógrafo numa resolução de 127 μ m, e instrumentados em seguida. Dois deles, foram ainda obturados antes de serem escaneados novamente para avaliação e comparação. Os autores observaram e destacaram vários recursos deste método, como apresentar as morfologias interna e externa dos dentes sem a necessidade de destruição das amostras, a visualização nas mudanças de área e volume após a instrumentação e a obturação dos canais, bem como quantificar o transporte do canal radicular após o preparo. Relataram ainda, esta se tratar de uma valiosa ferramenta na pesquisa endodôntica.

Swain e Xue (2009), revisando a literatura, destacaram os recentes avanços da micro-CT aplicada à pesquisa odontológica, observando suas aplicações na mensuração da espessura de esmalte, morfologia do canal radicular, avaliação de preparo do canal radicular, estruturas do esqueleto crânio-facial e engenharia de tecidos dentários, densidade mineral dos tecidos duros e, dentais e implantes dentários. Os autores ressaltaram ainda que essa técnica de produção de imagens de alta resolução constitui uma poderosa ferramenta para análises qualitativas e quantitativas em pesquisas em *ex vivo* e *in vivo*.

A secção transversal e a microtomografia computadorizada foram comparadas como metodologia de avaliação do desvio apical de 30 molares inferiores curvos instrumentados com dois sistemas rotatórios distintos, Twisted File ou EndoSequence. O desvio foi avaliado a 2.0, 3.5 e 5.0 mm do ápice. Ambos os sistemas causaram pouco desvio nos canais radiculares, sendo mais baixo

significativamente no grupo EndoSequence. O método da μ CT foi superior para essa análise, principalmente por preservar os espécimes (Freire et al., 2012).

2.2 Microtomografia e anatomia

Um dos fatores associado ao fracasso de tratamentos endodônticos é a persistência de infecção no sistema de canais radiculares (Siqueira, 2005; Gani; Visvisian, 1999).

Um grande desafio enfrentado durante o tratamento endodôntico é a anatomia do sistema de canais radiculares, devido à sua complexidade e alto índice de ramificações. Muitas técnicas têm sido utilizadas e avaliadas na busca da correta limpeza e modelagem desse sistema, visando atingir o correto reparo apical pós tratamento (Ørstavik et al., 2004). Um dos passos decisivos para o sucesso endodôntico é a eficiente limpeza e modelagem do canal radicular. (Hülsmann et al., 2005).

Utilizando-se a μ CT muitos estudos apontam a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, salientando-se a alta incidência de canais ovalados, e a grande presença de áreas de istmo, em praticamente todos os grupos dentários. Essa anatomia influencia diretamente na qualidade da instrumentação e obturação dos canais radiculares, justificando a grande quantidade de pesquisas avaliando instrumentos e técnicas de preparo do sistema de canais radiculares, bem como da limpeza e obturação desse complexo sistema.

Uma forte correlação entre o número, posição, e secção transversal de canais radiculares, e entre a anatomia dos canais e a raiz foi estabelecida por Bjorndal et al. (1999). Eles realizaram uma análise quantitativa da relação entre a anatomia interna e externa do canal radicular de molares superiores permanentes, utilizando a μ CT e concluíram que esta metodologia é uma importante ferramenta educacional, sugerindo também que ela seja utilizada para treinamento pré-clínico em endodontia.

Um microtomógrafo com resolução de 34 μ m foi utilizado por Peters et al. (2000) para estudar a anatomia de canais radiculares de 12 molares superiores. As

áreas de superfície e os volumes de cada canal foram calculados e as médias determinadas. Os autores concluíram que a geometria do canal radicular foi devidamente apreciada por esta técnica inovadora, e que as variáveis e os índices apresentados podem servir de base para a análise da anatomia do canal radicular em pesquisas futuras.

Mannocci et al (2005) também descreveram a morfologia de istmos nos últimos 5mm apicais da raiz mesial de 20 molares inferiores através da micro-CT. Os istmos foram observados na maioria dos dentes avaliados, principalmente nos 3mm apicais. Muitos istmos apresentaram calcificações e canais laterais saindo a partir do centro em direção à lateral da raiz. Esses achados anatômicos são de grande utilidade pois podem influenciar diretamente nos procedimentos endodônticos e cirúrgicos deste grupo dental.

Somma et al., em 2008 utilizaram a μ CT para avaliar primeiros molares superiores recém extraídos. Os autores observaram a presença do canal mésio-vestíbulo-lingual (MVL) em 80% dos casos, sendo independentes do canal mesio-vestibular (MV) em 42%. Em todos os espécimes foram observadas comunicações entre o canal MV e o MVL, com presença de istmos em 71% dos casos, principalmente na região de terço médio. A existência de um único forame ocorreu em 37% dos espécimes

A μ CT foi utilizada por Grande et al (2008) para avaliar a anatomia radicular de 30 premolares achatados. Os dentes foram analisados em vários cortes abrangendo os terços cervical, médio e apical. Para todos os cortes o diâmetro vestibulo-lingual (VL) foi maior que o mesio-distal (MD), e a espessura da parede VL maior que da MD. Os autores ressaltam o alto índice de canais ovais no terço apical, e a dificuldade de correta limpeza e modelagem das paredes destes dentes dependendo da técnica de instrumentação utilizada.

Gu et al. (2009) avaliaram a presença de istmos nas raízes mesiais de molares inferiores pelo método da microtomografia de raios-X. Foram utilizados trinta e seis primeiros molares inferiores de pacientes entre 20 e 60 anos de idade. Os autores concluem que a prevalência de istmos nas raízes mesiais de primeiros molares inferiores é de 81%, 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 a dificuldade de instrumentação na região de istmo pode ser uma causa de insucesso nos casos de tratamento endodôntico de molares inferiores.

Gu et al. (2011) analisaram a morfologia do canal radicular de 23 molares inferiores através da micro-CT. Os resultados mostraram maior incidência de furca na mesial do que na distal dos molares, bem como menor espessura de dentina nas paredes mesial e distal do que na vestibular e lingual. Além disso, notaram que os canais mesio-vestibular (MV), mesio-lingual (ML) e disto-vestibular (DV) são mais ovalados do que o canal disto-lingual (DL).

Markvart et al (2012) utilizaram a μ CT para analisar a morfologia das cavidades pulpaes e canais radiculares de molares superiores e inferiores, em relação ao volume, calcificações, achatamentos, número e configuração dos canais. Muitas calcificações foram observadas ao longo dos canais, contribuindo para um grande estreitamento principalmente na região apical e no 4o. canal do molar superior, embora nenhum dente tenha apresentado obliteração completa do canal radicular. Os canais mesiais dos molares inferiores bem como os canais MV e 4o. canal apresentaram alto índice de intercomunicação entre eles, sendo que apenas 9% das raízes mesiais dos molares superiores apresentaram apenas um canal. Nos molares inferiores, em todas as raízes mesiais foram observadas áreas de comunicação entre os canais, terminando em um único forame ou em dois.

A anatomia de 340 incisivos inferiores foi investigada com a utilização da μ CT. Os espécimes foram escaneados e as imagens foram utilizadas para medir o índice de circularidade ou achatamento dos canais radiculares. Os autores constataram que 92% da amostra apresentou um único canal. Além disso, foi observado um alto índice de achatamento do canal radicular, principalmente no terço apical, sendo que a 3mm do ápice foi encontrado o maior índice de canais ovais (Almeida et al, 2013).

Levando-se em consideração os aspectos anatômicos descritos, fica clara a busca endodôntica por uma técnica de instrumentação dos canais radiculares capaz de modelar e limpar todo esse sistema, com remoção de restos pulpaes e necróticos, bem como estabelecer uma modelagem adequada para o recebimento da posterior obturação, e ainda, respeitando a forma anatômica inicial.

2.3 Microtomografia e Instrumentação dos canais radiculares

Muitas foram as metodologias utilizadas para avaliar a capacidade de diferentes instrumentos em modelar e limpar o sistema de canais radiculares, mas desde a introdução da microtomografia na odontologia, ficou mais fácil e mais fiel fazer esse tipo de avaliação.

Rhodes et al (2000) compararam o transporte e centralização do canal nos terços médio e apical de 10 molares inferiores (30 canais) preparados com sistema rotatório ProFile .04 ou com limas manuais NiTi. Os resultados mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas.

Bergmans et al. (2001) apresentaram uma metodologia para avaliação quantitativa da instrumentação dos canais radiculares utilizando a μ CT e um software desenvolvido com base em um modelo matemático e concluíram que esta metodologia é um novo caminho para avaliar quantitativamente a instrumentação dos canais radiculares.

Peters et al. (2001) realizaram um estudo comparando quatro técnicas de preparo de canais radiculares em molares superiores reconstruídos tridimensionalmente, por meio da micro-CT. Os autores utilizaram os sistemas de NiTi, LightSpeed, ProFile .04 e GT, e a técnica manual com limas tipo K de NiTi. Foram avaliadas as diferenças no volume de dentina removida, a proporção entre as áreas instrumentadas e as áreas não tocadas pelo instrumento e o transporte do canal. Como resultados, observaram uma diferença estatisticamente significativa entre os tipos de canais preparados (mésio-vestibular, disto- vestibular e palatino), porém poucas diferenças foram encontradas na comparação do tipo de instrumento utilizado. Em relação ao transporte do canal, no terço apical não houve diferença entre as formas de preparo, e também nenhum padrão de direção foi encontrado.

Bergmans et al. (2003), avaliaram a instrumentação de canais mesiais de 10 molares inferiores utilizando um sistema com conicidade progressiva (ProTaper), e um sistema que possui conicidade constante (K3). Os dentes foram submetidos a exames por meio da micro-CT, e as imagens tridimensionais antes e depois da instrumentação dos canais foram comparadas. Foram obtidos valores numéricos para volume, curvatura, quantidade de dentina removida e centralização do canal e, adicionalmente, uma inspeção da forma do canal. Os autores concluíram que o sistema ProTaper removeu maior volume de dentina e obteve um maior deslocamento do canal em direção à zona de perigo.

Em 2003, Peters et al compararam a instrumentação de canais mesiais de 10

molares inferiores utilizando o sistema rotatório ProTaper, que apresenta conicidade progressiva, e o sistema K3, que possui conicidade constante. Os dentes foram submetidos a exames por meio da μ CT, e as imagens tridimensionais antes e depois da instrumentação dos canais foram comparadas. Os autores concluíram que o sistema ProTaper removeu maior volume de dentina e obteve um maior deslocamento do canal em direção à furca.

Paqué et al. (2005), avaliaram por meio da micro-CT, o desempenho dos instrumentos em aço-inoxidável Endo-Eze AET na modelagem de canais radiculares de molares superiores. Todos os canais dos dentes foram avaliados antes e após os preparos, nos níveis cervical médio e apical, demonstrando significativamente um alto número de canais retificados nessa comparação. Com base nos resultados desta pesquisa, os autores não recomendam o uso desses instrumentos para o preparo de dentes com canais radiculares curvos.

Gao et al. (2006) realizaram um estudo com o objetivo de determinar uma metodologia para a reconstrução tridimensional da anatomia dental interna e externa, a partir de imagens tomográficas, utilizando um *software* para visualização de imagens médicas, o MeVisLab. Os autores puderam quantificar as dimensões da dentina e do canal radicular, e também os efeitos do preparo do canal radicular. Os autores concluíram que este método oferece uma plataforma econômica e atende aos requisitos atuais de pesquisa endodôntica, e que o uso de *softwares* de alta qualidade pode contribuir para melhorar a qualidade da investigação endodôntica com a μ CT.

A μ CT também foi utilizada por Loizides et al. (2007) para avaliar e comparar os efeitos dos sistemas rotatórios Hero e ProTaper na geometria dos canais radiculares. Vinte e dois canais mesiais de primeiros molares inferiores foram escaneados antes e após o preparo com ambos os sistemas. Os instrumentos Hero mostraram uma maior eficiência de corte em comparação com o sistema ProTaper a 8 mm, 6 mm e 4 mm do ápice, mas não a 2 mm. Ainda, o sistema ProTaper demonstrou uma maior tendência ao transporte apical.

O preparo de canais radiculares em forma de “C” foi estudado por Cheung e Cheung (2008). Com o auxílio da μ CT foram avaliados o diâmetro do canal e a espessura de dentina remanescente. Os resultados das secções transversais mostraram que somente algumas regiões isoladas do canal foram fisicamente

preparadas pelos instrumentos rotatórios. Ainda, uma maior quantidade de dentina foi removida na parede externa do canal, no terço apical, e na parede interna, no terço cervical. Os autores concluíram que o preparo de canais em forma de C torna-se incompleto quando do uso de instrumentos rotatórios, devendo ser auxiliado por irrigação ultrassônica.

Moore et al. (2009) investigaram as mudanças no terço apical de canais radiculares após a instrumentação, comparando três técnicas: limas tipo K, utilizando a técnica de forças balanceadas; limas tipo K com a técnica das forças balanceadas e preparo apical com instrumento FlexMaster 0.04; e técnica híbrida ProTaper/FlexMaster. O método utilizado para análise foi a micro-CT, onde quarenta molares humanos foram escaneados antes e após a instrumentação e analisados quanto a quantidade de dentina removida, a forma final do canal e o transporte apical. Os autores concluíram que os instrumentos de NiTi removeram menor quantidade de dentina e resultaram em um menor transporte apical do canal original.

Paqué et al. (2009) verificaram a geometria promovida após o preparo apical de canais radiculares em molares superiores, utilizando a micro-CT. Cento e oitenta canais radiculares utilizados em estudos anteriores foram reavaliados para a análise dos 4 mm apicais modelados com os sistemas rotatórios FlexMaster, GT, Lightspeed, ProFile, ProTaper, e também com limas manuais do tipo K. O preparo apical foi realizado da seguinte maneira: canal mesio-vestibular (#40), canal disto-vestibular (#40), canal palatino (#45), com exceção do sistema GT, onde o término foi realizado com #20, e do sistema ProTaper, onde os canais mesio e disto-vestibulares foram terminados com #25 e o canal palatino com #30. Os resultados demonstraram que o preparo com limas GT promoveu o maior índice de regiões não preparadas nos canais. Os autores concluíram que a diferença no desenho do instrumento também influencia diretamente no tipo de preparo de cada sistema.

Uma das vantagens da μ CT é a possibilidade de armazenamento dos dados no software dos tomógrafos, aonde as imagens salvas podem ser trabalhadas tridimensionalmente, em qualquer área de interesse do dente, para análises comparativas ou qualitativas. Gekelman et al. (2009) recuperaram um banco de dados com cento e oitenta canais radiculares de molares superiores utilizados em estudos anteriores com μ CT, para a análise dos 4 mm apicais modelados com os sistemas rotatórios FlexMaster, GT, Lightspeed, ProFile, ProTaper, e também com limas manuais do tipo K. Os autores demonstraram que o preparo com limas GT

promoveu o maior índice de regiões não instrumentadas nos canais e também que a diferença no desenho do instrumento também influencia diretamente no tipo de preparo de cada sistema.

Gekelman et al., (2009), avaliaram *ex vivo* os preparos dos canais radiculares, realizados por estudantes, por meio de radiografia e micro-CT. Quarenta canais de molares inferiores foram divididos e instrumentados com os sistemas GT e ProTaper. Na análise radiográfica, foram observadas e medidas as curvaturas dos canais pré e pós-preparo, e cronometrado o tempo expendido para instrumentação dos canais radiculares. Por meio da micro-CT, foram avaliadas as alterações no volume, forma, superfície transversal e transporte dos canais radiculares. Nos resultados, os autores observaram que, radiograficamente, ambos os sistemas promoveram um índice similar de retificação dos canais radiculares. Quanto ao tempo, os preparos realizados com o sistema ProTaper foram significativamente mais rápidos que os com o sistema de GT. Na comparação por micro-CT, observaram um aumento no volume e área dos canais, além de preparos cônicos circulares, não havendo diferença entre os grupos.

Paqué et al. (2010) estudaram o ajuste do primeiro instrumento manual do tipo K e sua influência na determinação do comprimento de trabalho de molares superiores, utilizando imagens tridimensionais geradas por μ CT. O comprimento de trabalho foi determinado eletronicamente usando uma lima K 06, e em seguida, limas de diâmetros maiores forem inseridas passivamente no comprimento de trabalho até o primeiro instrumento que se ajustasse perfeitamente ao terço apical. Os dentes foram escaneados e as áreas de secção transversal do canal e do instrumento foram mensuradas e avaliadas por imagens 2D e 3D. Os diâmetros do instrumento inicial variaram de 0.08 a 0.30 e foram menores no canal mésio-palatino e maiores no canal palatino. Os autores concluíram que o instrumento apical inicial na maioria das vezes apresenta uma adaptação ruim, pois sua forma não corresponde à anatomia do canal radicular.

Em 2010, Freire utilizou a μ CT para comparar a qualidade do preparo de canais curvos, instrumentados pelos sistemas rotatórios Twisted File e EndoSequence a 2, 3,5 e 5 mm do ápice radicular, quanto à habilidade em manter o canal centralizado, analisando a extensão e a direção dos eventuais transportes e o índice de centralização do instrumento. O transporte do canal e o índice de centralização do instrumento para os sistemas Twisted File e EndoSequence foram

semelhantes, com baixos índices de desvios.

A espessura mínima radicular remanescente e o desgaste percentual do terço cervical em raízes mesiais de molares inferiores, após a instrumentação dos canais radiculares, com a sequência de instrumentos ProTaper Universal e técnica do instrumento único F2 foi analisada por μ CT, avaliou por meio da micro-CT. Não houve diferença no desgaste da zona de risco produzido pelas duas técnicas de instrumentação testadas. Não houve rasgo ou perfuração em nenhum caso. Ambas as técnicas estudadas foram consideradas seguras quanto ao desgaste da zona de risco da raiz mesial dos molares inferiores. (Di Giorgi, 2010).

Yin *et al.*, (2010) utilizaram a micro-CT, para avaliar a eficácia dos instrumentos rotatórios de NiTi ProTaper e limas tipo K mais brocas de Gates-Glidden, na instrumentação de canais radiculares em forma de C. Afim de padronizar a anatomia, vinte e quatro molares inferiores foram reconstruídos tridimensionalmente e classificados em pares, divididos em dois grupos. Cada dente com canais de anatomia similar foi instrumentado por uma das técnicas e novas imagens foram obtidas e reconstruídas. O volume de dentina removida, a área do canal sem instrumentar e o tempo necessário para instrumentação foram investigados. Quanto ao volume de dentina removida e área instrumentada, a técnica manual utilizando limas tipo K mais Gates-Glidden apresentou melhores resultados que a técnica rotatória utilizando o sistema ProTaper. Em relação ao tempo necessário para a instrumentação, o grupo utilizando o sistema ProTaper foi significativamente mais rápido que o grupo da técnica manual.

Paqué e Peters (2011) avaliaram um novo instrumento endodôntico, *self-adjusting file* (SAF) em canais ovais longos de raízes distais de molares inferiores. Vinte molares inferiores foram modelados com a SAF e reconstruídos tridimensionalmente para avaliação do volume, área superficial, transporte do canal e superfície preparada. Dados de um estudo com instrumentos rotatórios, feito com o mesmo delineamento experimental foi selecionado para comparar os resultados atuais. Os autores concluíram que o preparo de canais ovais longos em molares inferiores com a SAF foi eficaz e seguro. Além disso, as formas geradas com a SAF foram mais completas em comparação com o preparo com instrumentos rotatórios. Com o objetivo de comparar o preparo do canal radicular utilizando-se instrumentação rotatória convencional ou SAF, Souza-Neto *et al.* utilizaram 40 incisivos inferiores achatados, que foram escaneados por micro-CT antes e após a

instrumentação. As imagens foram reconstruídas e a porcentagem de paredes instrumentadas calculada. Os dados da análise tridimensional foram submetidos à análise estatística e os autores concluíram que no terço cervical, a média de aumento de área e volume, bem como a porcentagem de paredes preparadas foi significativamente maior com SAF do que com instrumentação rotatória convencional.

Pasqualini et al, 2012 utilizaram a μ CT para avaliar a habilidade de instrumentos de NiTi Path File e lima K de aço inoxidável em manter a trajetória original de canais radiculares palatinos de molares superiores, com curvaturas moderadas ou severas. Os autores concluíram que os instrumentos de NiTi preservaram a anatomia inicial causando menos deformações do canal radicular.

O transporte apical em molares inferiores curvos instrumentados com movimento recíproco ou rotatório foi avaliado por μ CT a 1.0, 2.0, 3.0 4.0 e 5.0 mm do ápice. Foram utilizados 40 molares com 20° de curvatura radicular. O desvio apical foi maior para mesial, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Junaid et al, 2014).

Utilizando a μ CT os movimentos recíproco (Reciproc e WaveOne) e rotatório (Twisted File –TF Adaptive) foram comparados quanto ao volume de desgaste, superfície não preparada, transporte e centralização em canais mesiais de 48 molares inferiores com curvatura acentuada. Nenhum dos instrumentos modelou completamente os canais radiculares, não houve diferença entre eles quanto ao volume de preparo, o grupo TF apresentou menor índice de desvio apical e mais centralização no canal radicular (Gergi et al, 2014)

2.4 Instrumentos e movimentos de preparo do canal radicular

Um dos primeiros movimentos mecanizados que surgiram para instrumentação do canal radicular foi o oscilatório. Os primeiros contra-ângulos representantes deste grupo utilizavam limas manuais o que gerava muitos erros de preparo, como desvios e perda de CRT (Leonardo, 2005). Este fato fez com que o movimento oscilatório caísse em descrédito, somente sendo reintroduzido na rotina do endodontista nos últimos quinze anos.

Um representante deste grupo é o sistema EndoEze (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA) que conta com um conjunto de limas de aço inoxidável desenvolvidas especialmente para esse fim. As limas possuem a ponta fina e variam em conicidade (#10.025 / #13.03 / #13.04 / #13.06).

O movimento oscilatório permite utilizar os instrumentos pincelando-os contra as paredes do canal (Rasquin, 2007). Isso permite remover as interferências do canal, zona “V”, criando uma via que facilita o posterior uso de limas de NiTi, diminuindo o risco de fratura (Palo e Iglecias, 2012).

A evolução desse sistema, chamada sistema Tilos (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA), além das limas de aço inoxidável, contém limas de NiTi acionadas pelo contra-ângulo oscilatório, e portanto também podem pincelar as paredes do canal.

Na última década surgiu o sistema rotatório Mtwo (VDW, Munique , Alemanha). Os instrumentos desse sistema tem secção transversal em forma de S e ângulo de corte ligeiramente negativo, o que aumenta a flexibilidade devido a menor massa metálica. As lâminas de corte são longas, diminuindo assim o parafusamento e fratura e proporcionando uma área maior para escape de dentina (Veltri et al, 2005). As limas desse sistema variam o diâmetro da ponta de #10 a #60, e a conicidade entre 4% e 7%. A indicação de uso é trabalhar com todos os instrumentos no CRT, iniciando-se com os de menor diâmetro de ponta, no sentido ápice-coroa. A foto abaixo representa um kit de limas Mtwo (Figura 2.1).

O mais recente movimento introduzido na endodontia é o recíproco, de rotação alternada. Um representante deste grupo é o sistema Reciproc, de lima única, fabricada a partir de uma liga especial “M- Wire” de NiTi, que através de um tratamento térmico confere ao instrumento maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica. Esta maior resistência do instrumento à fadiga cíclica também é conferida pelo próprio movimento recíprocante (movimento anti-horário de 150° e horário de 30°) com alívio do instrumento no movimento horário (Varela-Patiño et al., 2010; Yared, 2011; Gavini et al., 2012).

Figura 2.1 – Lima R25, aumento 60X. O círculo representa o ponto 3mm. Detalhe da diferença de conicidade nos últimos 3mm com o restante da parte ativa.

2.5 Microtomografia e Obturação dos canais radiculares

Outra etapa do tratamento endodôntico consiste na obturação do sistema de canais radiculares, que pode ser realizada por diferentes técnicas. Diferentes métodos de avaliação da qualidade da obturação já foram utilizados, com o advento da microtomografia (μ CT) a obturação do sistema de canais radiculares pode ser avaliada tridimensionalmente sem a necessidade de modificação ou destruição dos espécimes.

Em 2009, Hammad et al. utilizaram a μ CT para avaliar a porcentagem em volume de espaços vazios e falhas na obturação de canais radiculares instrumentados com instrumentos rotatórios e obturados por condensação lateral com diferentes materiais: Tubliseal e cones de guta-percha, Endorez cone e cimento, Realseal cone e cimento ou Gutta-Flow e cones de guta-percha. Os dentes foram escaneados antes e após o procedimento obturador e os resultados analisados estatisticamente. Todas as técnicas apresentaram áreas de falhas, sendo que os dentes obturados com cimento e guta-percha apresentaram menos espaços vazios e falhas do que os demais.

Mirfendereski et al (2009) utilizaram a μ CT para avaliar, em dentes extraídos, a qualidade de obturação realizada por estudantes utilizando-se dois sistemas diferentes, ProTaper Obturation e System B. Através de cortes horizontais e reconstruções 3D os autores puderam avaliar as áreas de falha na obturação e concluíram que o sistema ProTaper Obturation se mostrou mais efetivo nos terços apicais, com menores índices de falhas.

A qualidade do preparo e da obturação do sistema de canais radiculares de dentes instrumentados com limas rotatórias ou com a lima self-adjusting file (SAF), e obturados por condensação lateral foi avaliada por Metzger et al. (2010) usando μ CT. Foram quantificadas as áreas não instrumentadas e não obturadas, sendo que uma grande quantidade de paredes não instrumentadas e não obturadas foi observada com os instrumentos rotatórios.

A região de istmo de molares inferiores foi analisada por Endal et al. (2011) utilizando μ CT. Os dentes foram escaneados após cada etapa do tratamento endodôntico. A porcentagem média, da área de superfície e volume do istmo após a instrumentação, foi de 21,4% e 9,4%, respectivamente. Os resultados mostraram uma quantidade considerável de debris dentinários acumulados durante a instrumentação rotatória dos canais mesiais de molares inferiores, apesar da irrigação contínua, impedindo que istmos e anastomoses fossem completamente limpos e obturados. A porcentagem média de volume de material obturador nas áreas de istmo foi significativamente menor (57,5%) que nos canais principais (98,5%).

A μ CT foi utilizada por Wolf et al (2012) para avaliar a presença de falhas e espaços vazios na obturação de 24 dentes uniradiculares obturados com três diferentes cimentos Sealapex, Roeko Seal e Pulp Canal Sealer (a base de hidróxido de cálcio, silicone e óxido de zinco respectivamente) pela técnica de condensação termoplástica vertical (Beefill 2 in 1). Os resultados foram obtidos após o escaneamento e reconstrução tridimensional das imagens, sendo que todos os cimentos testados apresentaram falhas, porém o cimento a base de silicone demonstrou os maiores índices de qualidade. Os autores ressaltam os benefícios da microtomografia como método de avaliação das técnicas e cimentos obturadores.

No mesmo ano, outro método de termoplastificação, Thermafil Obturators, associado aos cimentos AH Plus ou MTA flow foi investigado por Gandolfi et al. através da μ CT. Foram utilizados 16 premolares uniradiculares divididos em dois grupos de acordo com o cimento utilizado. Após o preparo dos espécimes os dentes foram escanados no μ CT e as imagens reconstruídas analisadas por terços. Os resultados mostraram menor quantidade de espaços vazios no terço apical, para ambos os cimentos testados.

Outro estudo utilizou a μ CT para investigar a qualidade da obturação dos canais radiculares de 24 dentes uniradiculares. Os dentes foram instrumentados

com limas rotatórias e divididos em dois grupos de acordo com a técnica de obturação utilizada, cone único ou ondas contínuas de condensação. Foram encontrados espaços vazios nos dois grupos, sem diferença estatística entre eles. No grupo cone único a quantidade de cimento obturador foi maior nos dentes que apresentaram canais mais ovais. Na técnica de ondas contínuas a espessura de cimento encontrada foi fina e constante, independente da forma do canal radicular (Angerame et al, 2012).

Zogheib et al. (2013) avaliaram através da μ CT a porcentagem de falhas e espaços vazios no terço apical de 44 canais de dentes uniradiculares obturados com duas diferentes técnicas de termoplastificação e dois cimentos distintos. Ambos os grupos apresentaram áreas de falhas, principalmente ao nível de 1 mm, porém sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Li et al (2014) avaliaram a qualidade de obturação de canais achatados de 30 premolares radiculares utilizando-se condensação lateral e termoplastificação. A quantidade de falhas e espaços vazios foi analisada por μ CT e microscópio eletrônico. Os resultados mostram que a técnica de termoplastificação produziu obturações com menores índices de erro do que a condensação lateral

Keles et al (2014) utilizaram a μ CT para avaliar a incidência de falhas e espaços vazios na obturação com condensação lateral ou termocompactação de 24 premolares superiores achatados. Todos os grupos apresentaram falhas. A termocompactação gerou maior preenchimento dos canais com guta-percha e menor índice de falhas do que a condensação lateral. A proporção cimento/guta-percha foi praticamente homogênea ao longo de todo o canal radicular, independente da técnica utilizada.

3 PROPOSIÇÃO

Os objetivos deste trabalho foram avaliar quantitativamente, *ex vivo*, através da microtomografia computadorizada:

- O preparo de canais mesiais de molares inferiores realizado pelos sistemas oscilatório EndoEze, rotatório Mtwo e recíproco Reciproc, observando:
 - Volume de desgaste total e nos diferentes terços do canal radicular.
 - Área de superfície tratada e não tratada, total e nos diferentes terços.
- A obturação de canais mesiais de molares inferiores com cimento AH Plus pelas técnicas do cone único ou ondas contínuas de condensação, observando:
 - Porcentagem de falhas e espaços vazios, total e nos diferentes terços.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP) e aprovado sob o número CAAE: 01213112.2.0000.0075 (Anexo A).

4.1 Seleção da amostra

Para esse estudo foram selecionados 48 (quarenta e oito) molares inferiores cedidos pelo Banco de Dentes Permanentes Humanos da FOUSP.

Todos os dentes foram radiografados utilizando-se um sensor digital de radiografia (Microlimagem) e aparelho de raio-X Dabi Atlante com 60 kVp, 10 mA e 0.4 segundos de exposição, para a visualização e medição do grau de curvatura da raiz mesial. O ângulo de curvatura das raízes mesiais foi medido utilizando-se o *software* ImageJ (National Institute of Health, EUA) de acordo com o método de Schneider (1971), sendo que foram selecionados os dentes com ângulo de curvatura entre 25° e 35°. As coroas dos dentes selecionados foram cortadas na Labcut padronizando-se o tamanho dos espécimes em 17mm. Dentes com curvaturas excessivas, com comprimento menor que as medidas estabelecidas, calcificações pulpares, tratamento endodôntico anterior, reabsorções e fraturas radiculares foram descartados.

4.2 Divisão dos grupos

Os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de instrumentação, de acordo com o movimento de instrumentação dos canais utilizado (oscilatório, rotatório ou recíproco) e 2 grupos de obturação (cone único ou ondas contínuas de condensação), de acordo com a quadro 4.1

Quadro 4.1 - Divisão dos grupos

4.3 Preparo da amostra

Foi realizado o acesso coronário utilizando-se brocas esféricas diamantadas 1014 (KG Sorensen, São Paulo, SP Brasil) em alta rotação para a trepanação da câmara pulpar e brocas endoZ (KG Sorensen, São Paulo, SP Brasil) para remoção do teto e alisamento das paredes.

Os canais foram explorados com lima #10 (Dentsply / Maillefer, Ballaigues, Suíça) até a visualização da ponta do instrumento no forame apical, dessa medida foi subtraído 1mm para estabelecer o CRT (comprimento real de trabalho).

4.4 Preparo da base padronizadora para escaneamento

Para cada dente foi confeccionado um dispositivo personalizado de material de moldagem à base de silicone por condensação Zetaplus (Zhermack, Rovigo, Itália) para padronizar a posição de escaneamento do espécime e permitir o seu reposicionamento no porta-amostra do microtomógrafo na mesma posição durante a aquisição das imagens pré e pós operatórias. Esse conjunto foi colocado em suporte cilíndrico para amostra para aquisição das imagens, até o máximo de 7 dentes por vez, conforme figura 4.1.

Figura 4.1 - Espécimes em escaneamento

4.5 Microtomografia computadorizada

Para aquisição das imagens foi utilizado o aparelho Skyscan 1176 que é um microtomógrafo computadorizado *in vivo* que permite fazer escaneamentos de pequenos animais pois possui a largura do campo de imagem de até 68mm, além de um sistema de monitoração fisiológica com recursos para medição de respiração e frequência cardíaca. É composto por um tubo de raios-X de microfoco (com fonte de alta tensão de 20 - 90 kV), uma câmera-CCD (Charge Coupled Device) especial de raio-X de 11 megapixels (sendo possível selecionar a resolução em 9, 18 e 35 $\mu\text{m}/\text{pixel}$) conectados a um computador para a aquisição de dados, conectado por uma rede a um cluster de computadores, cuja função é a reconstrução das imagens

tomográficas (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Microtomógrafo Skyscan 1176 (A). Detalhe da câmera interna para monitoramento do espécime (B) e da aquisição da imagem (C)

4.6 Escaneamento (aquisição das imagens)

Para aquisição das imagens foi utilizado um Microtomógrafo Skyscan modelo 1176 (Skyscan, Kontich, Bélgica) localizado no departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Os espécimes foram escaneados seguindo os parâmetros determinados após um estudo piloto de acordo com a quadro 4.2. Todos os espécimes foram escaneados em 3 momentos distintos: pré-operatório, pós instrumentação e pós obturação.

As imagens geradas - cortes sagitais em diferentes angulações - foram arquivadas no formato TIFF e salvas em HD externo, totalizando, 720 imagens bidimensionais de cada espécime.

Skyscan A 1.1	Parâmetros
Tamanho do pixel da câmera	12,4
Potência da fonte de raio X	90 kV
Corrente	278 uA
Passo de rotação	0,5
Filtro	Cu + Al
Frame averaging	3
Rotação do raio - X	360 °
Tempo de escaneamento	24 minutos
Tipo de arquivo	TIFF

Quadro 4.2 – Parâmetros utilizados na obtenção das imagens no Microtomógrafo

4.7 Preparo dos espécimes para análise da instrumentação

Os espécimes foram divididos em 3 grupos para o preparo do canal radicular

4.7.1 Grupo Oscilatório

Após o 1o. escaneamento os canais mesiais foram explorados inicialmente com limas manuais do tipo K #10 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o CRD (comprimento real do dente). O preparo químico-cirúrgico (PQC) foi realizado por terços, de acordo com a figura 4.2. A região cervical foi preparada com brocas CP Drill (Helse, Ribeirão Preto, SP, Brasil) em baixa rotação. O preparo dos terços médio e apical foi realizado com limas de aço inoxidável e níquel-titânio (NiTi), respectivamente, acionadas pelo contra-ângulo oscilatório EndoEze (Ultradent

Products, South Jordan, Utah, EUA), cuja oscilação realizada é de 30º, simétrica para esquerda e direita. Os canais foram preenchidos com EndoPTC leve (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) ativado por hipoclorito de sódio 1% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil). O terço médio foi instrumentado com limas EndoEze (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA) amarela (#10.02) e vermelha (#13.03) com movimentos de pincelamento nas paredes do canal até a medida CRD-3mm. O terço apical foi instrumentado com limas de NiTi Mtwo (VDW GmbH, Munich, Alemanha) no CRT (comprimento real de trabalho) seguindo a sequência #10.04/ #15.05/ #20.06/ #25.06/ #30.05. As limas foram utilizadas também em movimento de oscilação, pincelando as paredes do canal. O volume total de hipoclorito de sódio 1% foi de 30 ml, sendo que a cada troca de lima os canais foram irrigados com 2,5ml utilizando-se seringa de irrigação de 5ml (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA) e cânula irrigadora Navitip amarela (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA). Um novo kit de instrumentos foi utilizado para cada dente.

Após o término do preparo químico-cirúrgico foi realizada uma irrigação com de 5 mL de EDTA a 17% (Farmácia Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) seguida por 5 ml de NaOCl a 1 %. A seguir, os canais foram aspirados com uma cânula suçora do tipo Capillary Tip (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA) e secos com pontas de papel absorvente estéreis para serem submetidos ao 2º. escaneamento.

4.7.2 Grupo Rotatório

Após o 1º. escaneamento os canais mesiais foram explorados inicialmente com limas manuais do tipo K #10 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o CRD (comprimento real do dente). O preparo químico-cirúrgico (PQC) foi realizado com limas de níquel-titânio (NiTi) do sistema Mtwo (VDW GmbH, Munich, Alemanha) de acordo com a recomendação do fabricante, como ilustrado na figura 4.2. Os canais foram preenchidos com EndoPTC leve (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) ativado por hipoclorito de sódio 1% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil) a cada troca de lima. Foram utilizadas as limas #10.04/ #15.05/ #20.06/ #25.06/ #30.05 no

CRT (comprimento real de trabalho). Os instrumentos foram acionados por motor elétrico VDW Reciproc (VDW GmbH, Munich, Alemanha) em movimento rotatório seguindo as indicações do fabricante para torque e velocidade, de acordo com o esquema abaixo (Fig. 4.3). O volume total de hipoclorito de sódio 1% foi de 30 ml, sendo que a cada troca de lima os canais foram irrigados com 2,5ml utilizando-se seringa de irrigação de 5ml (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA) e cânula irrigadora Navitip amarela (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA).

Após o término do preparo químico-cirúrgico foi realizada uma irrigação com de 5 mL de EDTA a 17% (Farmácia Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) seguida por 5 ml de NaOCl a 1 %.

A seguir, os canais foram aspirados com uma cânula suctora do tipo Capillary Tip (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA) e secos com pontas de papel absorvente estéreis para serem submetidos ao 2o. escaneamento.

Lima	Velocidade (rpm)	Torque (g/cm)
#10.04	150	280
#15.05	130	280
#20.06	210	280
#25.06	230	280
#30.05	120	280

Figura 4.3 - Ilustração dos torques e velocidades utilizadas no grupo

4.7.3 Grupo Recíproco

Após o 1o. escaneamento os canais mesiais foram explorados inicialmente com limas manuais do tipo K #10 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o CRD (comprimento real do dente). Os dentes foram instrumentados com lima Reciproc (VDW GmbH, Munich, Alemanha) R25 (#25.08) acionada por motor elétrico VDW Reciproc (VDW GmbH, Munich, Alemanha) em movimento recíprocante, de acordo

com a figura 4.4. Os espécimes foram instrumentados de acordo com a orientação do fabricante. Os canais foram preenchidos com EndoPTC leve (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) ativado por hipoclorito de sódio 1% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil). Os canais foram instrumentados sempre seguindo a mesma sequência: 3 movimentos de entrada e retrocesso em direção ao CRT seguidos pela remoção do instrumento para limpeza da parte ativa com gaze e irrigação com 2,5 ml de hipoclorito de sódio 1% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil). Essa sequência foi repetida até que a lima atingisse o CRT, então foram realizados movimentos de pincelamento nas paredes do canal radicular. O volume total de hipoclorito de sódio 1% foi de 30 ml, sendo que a cada troca de lima os canais foram irrigados com 2,5ml utilizando-se seringa de irrigação de 5ml (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA) e cânula irrigadora Navitip amarela (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA).

Após o término do preparo químico-cirúrgico foi realizada uma irrigação com de 5 mL de EDTA a 17% (Farmácia Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) seguida por 5 ml de NaOCa 1 %. A seguir, os canais foram aspirados com uma cânula suçora do tipo Capillary Tip (Ultradent Products, South Jordan, Utah, EUA) e secos com pontas de papel absorvente estéreis para serem submetidos ao 2o. escaneamento.

Figura 4.4 - Ilustração do PQC Grupos Oscilatório, Recíproco e Rotatório, respectivamente

4.8 Preparo da amostra para análise da obturação

Para análise da obturação, além dos 12 dentes do grupo recíproco foram utilizados mais 12 dentes, totalizando 24 molares inferiores instrumentados pela mesma técnica, conforme descrito no item 4.4.3. Após a instrumentação os dentes foram divididos em dois grupos, n=12, de acordo com a técnica de obturação utilizada.

4.8.1 Grupo Cone Único

Neste grupo foram utilizados cones de guta-percha Reciproc #25 (VDW GmbH, Munich, Alemanha) e cimento endodôntico Ah-Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). O cimento foi levado com o cone principal ao canal radicular através de movimentos de pincelamento nas paredes, então o cone foi envolto com cimento mais uma vez e levado ao CRT. Com um calcador de Paiva aquecido (Odus de Deus, Belo Horizonte, Brasil) o cone foi cortado na entrada do canal e condensado verticalmente com calcador frio. Após os procedimentos de obturação, a câmara pulpar foi limpa com uma bolinha de algodão embebida em álcool 70% e as entradas dos canais preenchidas com material restaurador temporário Citodur (Wilkos, Rio de Janeiro, Brasil).

4.8.2 Grupo Ondas Contínuas

Para obturação dos espécimes deste grupo foram utilizados cones de guta-percha Reciproc #25 (VDW GmbH, Munich, Alemanha) e cimento endodôntico Ah-Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). O cone foi envolto no cimento e levado no CRT. Em seguida, um condensador tamanho fine médium do sistema E&Q Plus Duo Heat System (Meta Biomed, Cheongju, Korea) foi utilizado para cortar o cone de guta-percha no nível da entrada do canal radicular e o remanescente foi

condensado verticalmente com Calcadores de Paiva manuais (Odus de Deus, Belo Horizonte, Brasil). O mesmo condensador fine médium foi levado 5mm aquém do CRT, aquecido a 200 °C por 5 segundos, e o remanescente de material obturador condensado verticalmente a frio com os calcadores manuais. O preenchimento dos terços médio e cervical (*backfill*) foi realizado com a guta percha a uma temperatura de 160°C levada com a pistola do equipamento e condensação vertical a frio. Após os procedimentos de obturação, a câmara pulpar foi limpa com uma bolinha de algodão embebida em álcool 70% e as entradas dos canais preenchidas com material restaurador temporário Citodur (Wilkos, Rio de Janeiro, Brasil).

4.9 Reconstrução das imagens

A reconstrução foi realizada a partir das imagens em diferentes projeções angulares por meio de um algoritmo de reconstrução de feixe cônico de Feldkamp modificado processado num cluster de computadores pelo software NRecon versão 1.6.6.0 (Skyscan, Aartselaar, Bélgica) como descrito no quadro 4.3.

NRecon 1.6.6.0	Parâmetros
Tamanho do pixel da imagem	17,42 um
Tipo de arquivo	BMP
Smoothing	3
Ring correction	10
Beam hardening	40%
Raio de reconstrução	360 °

Quadro 4.3 – Parâmetros utilizados na reconstrução das imagens

4.10 Análise dos dados

Os programas CTan v1.12.0.0 e CTVol v.2.2.1.0. permitiram a avaliação quantitativa e qualitativa das imagens. Através das análises geradas pelas ferramentas do CTan foi possível quantificar de maneira tridimensional o volume e

superfície não tratada do canal radicular. A avaliação qualitativa foi realizada pelo programa CTvol, pela sobreposição dos modelos tridimensionais dos canais gerados pelo programa CTan, o que permitiu visualizar as superfícies tocadas pelos instrumentos após o preparo do canal radicular.

4.10.1 Registro das imagens (Dataviewer)

Para garantir a exata sobreposição das imagens antes/após o preparo e após a obturação, possibilitando a análise posterior dos dados foi utilizado o software DataViewer.

Esse programa permite posicionar as imagens nos mesmos eixos X, Y e Z, garantindo que as imagens realizadas em diferentes etapas sejam registradas na mesma posição garantindo a leitura fiel dos dados.

Através da ferramenta 3D registration é possível abrir as imagens inicial e final superpostas. Através do quadro Registration Options seleciona-se o grau de rotação e a medida de deslocamento, as setas permitem mexer nas posições x, y e z das imagens até que elas estejam corretamente sobrepostas, como exemplificado na figura 4.5.

Figura 4.5 - Print screen da tela do dataviewer durante registro das imagens. A: imagem inicial e final superpostas. B: Após alinhamento correto das imagens.

4.10.2 Análise das imagens (CTAn)

Após o registro as imagens foram abertas no programa CTAn versão 1.12.0.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica) e foi demarcado o primeiro (TOP) e o último (BOTTOM) corte que foram utilizados para a análise. O corte mais cervical próximo à entrada do canal radicular foi escolhido como TOP, e como BOTTON foi escolhido o último corte apical onde se visualizava o canal em todas as etapas analisadas (pré instrumentação, pós instrumentação e obturação) como demonstrado na figura 4.6.

A região de interesse (ROI) foi selecionada e um novo dataset contendo somente a raiz mesial, nosso objeto de análise, foi salvo (Figura 4.6).

A próxima etapa foi binarizar a imagem original, transformando-a em uma imagem binária branca e preta. Através da seleção do histograma foi possível determinar o padrão dentina/canal em branco e preto, de maneira que essa imagem binarizada fosse fiel à imagem original (Figura 4.6).

Feito isso foi utilizada a ferramenta *Custom Processing*. Através de uma sequência de comandos (*plug-ins*), baseados em operações matemáticas, foi elaborada uma lista (*task list*) com todos os plug-ins necessários para obtenção das informações a serem analisadas (volume de desgaste, superfície não tratada, volume de obturação e espaços vazios). As *task lists* utilizadas encontram-se nos apêndices, Apêndices A, B e C

4.11 Análise dos resultados

O volume foi calculado para cada terço do canal radicular: cervical, médio e apical. Estes resultados foram somados e foi obtido o valor de volume total. Após a análise do volume a porcentagem de aumento do volume (% Δ) foi calculada utilizando-se os valores obtidos antes (A) e depois (D) do preparo dos canais de acordo com a fórmula:

$$\% \Delta = (A * 100/D) - 100$$

A avaliação da superfície não tratada também foi realizada para cada terço (cervical médio e apical) e estes valores somados para obtenção da medida total. Através do programa CTan foi obtido o valor de superfície inicial (SI) e o valor de superfície não tratada (S). O cálculo da porcentagem de superfície não tratada (% S) foi realizado utilizando-se o valor de superfície inicial (SI) e o valor de superfície não tratada (S), ambos em mm² de acordo com a seguinte fórmula:

$$\%S = (S * 100/SI) - 100$$

Através do programa CTan a quantidade de espaços vazios (EV) foi determinada para cada terço (cervical médio e apical) e estes valores somados para obtenção da quantidade total. Ainda com o programa CTan foi obtido o volume final do canal instrumentado (Δ). O cálculo da porcentagem de espaços vazios (% EV) foi realizado utilizando-se o valor do volume final (Δ) e o valor de espaços vazios (EV), ambos em mm³ de acordo com a seguinte fórmula:

$$\%EV = EV * 100/\Delta$$

Figura 4.6 - Seleção do TOP e BOTTOM A: Seleção da região de interesse (ROI) B: Novo dataset Imagem binarizada

4.12 Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o programa GraphPad Prism 5 (GraphPad Software Inc, La Jolla, CA, EUA). O nível de significância foi fixado em $P < 0.05$.

Para as avaliações da porcentagem de volume de desgaste, de superfícies não tocadas, e de espaços vazios na obturação foi utilizado o teste de Bartlett para verificar a homogeneidade das variâncias.

Os dados de volume de desgaste, de superfícies não tocadas, e de espaços vazios na obturação foram submetidos a Análise de Variância de um fator (ANOVA) que indicou existir diferenças estatisticamente significantes na comparação intra-grupo e entre grupos experimentais ($p < 0,05$). A análise de variância foi então complementada pelo teste Tukey para averiguar tais diferenças.

5 RESULTADOS

Considerando-se os diferentes grupos experimentais não houve diferença estatisticamente significativa quanto ao volume de desgaste total. Entretanto, o volume de desgaste do terço apical do grupo Recíproco foi significativamente maior do que o obtido no grupo Oscilatório ($p < 0,05$). Na comparação intra-grupo o percentual de volume de desgaste do terço cervical do grupo Oscilatório foi estatisticamente significativo em relação aos demais terços e ao volume total de desgaste ($p < 0,05$).

Os valores percentuais médios do volume de desgaste para cada grupo experimental estão apresentados na tabela 5.1 e nos gráficos 5.1 e 5.2.

Tabela 5.1 - Valor percentual médio e erro padrão para volume de desgaste nos diferentes terços e grupos experimentais

	Cervical	Médio	Apical	Total
Oscilatório	128,21 $\pm$ 44,47 ^{A,a}	58,58 $\pm$ 34,24 ^{B,a}	31,47 $\pm$ 20,48 ^{Ba}	66,04 $\pm$ 20,98 ^{B,a}
Recíproco	97,35 $\pm$ 54,99 ^{A,a}	68,37 $\pm$ 51,02 ^{A,a}	70,20 $\pm$ 37,41 ^{b,A}	80,63 $\pm$ 45,79 ^a
Rotatório	76,99 $\pm$ 44,08 ^{A,a}	70,86 $\pm$ 49,57 ^{A,a}	54,45 $\pm$ 36,48 ^{a,b,A}	90,81 $\pm$ 15,96 ^a

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre grupos experimentais, ANOVA ($p < 0,05$)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre terços dentro do mesmo grupo, ANOVA ($p < 0,05$)

Figura 5.1 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, do volume de desgaste para cada terço

Figura 5.2 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, do volume de desgaste para cada grupo

Na análise de superfície não tocada os valores percentuais médios para cada grupo experimental estão expressos na tabela 5.2 e nos gráficos 5.3 e 5.4.

Na comparação entre grupos a porcentagem de superfícies não tocadas do grupo Recíproco foi significativamente maior do que dos outros grupos, nos terços cervical e médio e na totalidade do canal. No terço apical não houve diferença entre os grupos ($p < 0,05$).

Na comparação intra-grupo, ocorreu diferença estatística somente entre os terços médio e apical do grupo Oscilatório, sendo a porcentagem de superfície não tocada no terço médio significativamente menor que no terço apical ($p < 0,05$).

Tabela 5.2 - Valor percentual médio e erro padrão para superfície não tocada nos diferentes terços e grupos experimentais

	Cervical	Médio	Apical	Total
Oscilatório	29,28 $\pm$ 16,32 ^{A,Ba}	24,92 $\pm$ 19,06 ^{Aa}	49,68 $\pm$ 21,79 ^{B,a}	30,84 $\pm$ 12,57 ^{Ba}
Recíproco	57,88 $\pm$ 18,70 ^{b,A}	62,20 $\pm$ 27,44 ^{b,A}	47,78 $\pm$ 22,50 ^{A,a}	58,69 $\pm$ 17,86 ^b
Rotatório	38,97 $\pm$ 13,17 ^{a,A}	34,41 $\pm$ 26,33 ^{a,A}	37,43 $\pm$ 25,08 ^{A,a}	37,69 $\pm$ 18,05 ^a

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre grupos experimentais, ANOVA ($p < 0,05$)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre terços dentro do mesmo grupo, ANOVA ($p < 0,05$)

Figura 5.3 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, da superfície não tocada para cada terço

Figura 5.4 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, da superfície não tocada para cada grupo

Considerando os resultados de instrumentação no terço apical, o grupo Reciproc apresentou os maiores valores de volume de desgaste e de superfícies tocadas. Sendo assim, o sistema Reciproc foi escolhido para instrumentar os dentes utilizados na avaliação da obturação por ondas contínuas ou cone único.

Os valores percentuais médios de espaços vazios para as técnicas obturadoras cone único e ondas contínuas de condensação estão apresentados na tabela 5.3 e nos gráficos 5.3 e 5.4.

Na comparação das técnicas obturadoras não houve diferença estatística entre os grupos experimentais para o total, terços médio e apical ($p < 0,05$).

A porcentagem de espaços vazios, tanto na análise das técnicas obturadoras, como na análise dos terços foi estatisticamente menor para a região cervical do grupo Ondas Contínuas ($p < 0,05$).

O grupo cone único não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os terços no que diz respeito à porcentagem de espaços vazios ($p < 0,05$).

Tabela 5.3 - Valor percentual médio e erro padrão para espaços vazios nos diferentes terços e grupos experimentais

	Cervical	Médio	Apical	Total
Cone único	8,00 ± 1,86 ^a	6,24 ± 1,17	5,74 ± 1,22	6,52 ± 1,16
Ondas Contínuas	2,86 ± 0,94 ^{Ab}	6,70 ± 0,86 ^B	4,93 ± 1,90 ^{A,B}	3,91 ± 0,72 ^{A,B}

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre grupos experimentais, ANOVA ($p < 0,05$)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre terços dentro do mesmo grupo, ANOVA ($p < 0,05$)

Figura 5.5 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, do percentual de espaços vazios para cada terço

Figura 5.6 - Gráfico representativo dos valores, em porcentagem, do percentual de espaços vazios para cada grupo

Na figura 5.1 estão dispostos alguns modelos reconstruídos dos canais mesiais representativos dos volumes iniciais e finais dos canais mesiais dos grupos oscilatório, recíproco e rotatório, ilustrando qualitativamente, o aumento de volume. Em verde o volume inicial e em vermelho o volume final. O terceiro quadro de cada linha representa a sobreposição dos volumes inicial e final.

Na figura 5.2 estão dispostos alguns modelos reconstruídos dos canais mesiais representativos das áreas de superfície não tratadas dos canais mesiais dos grupos oscilatório, recíproco e rotatório, ilustrando qualitativamente, as superfícies preparadas e não preparadas dos canais radiculares pelo instrumento. Em verde a superfície inicial do canal e em vermelho a superfície final de preparo. O terceiro quadro de cada linha representa a sobreposição destas superfícies, indicando em verde a área de superfície não tocada pelo instrumento.

Nas figuras 5.3 e 5.4 estão dispostos alguns modelos reconstruídos representativos dos canais mesiais dos grupos obturados, respectivamente, com cone único e ondas contínuas de condensação, ilustrando qualitativamente, as áreas de falhas e espaços vazios na obturação. Em rosa observa-se o material obturador e em preto os espaços vazios.

Figura 5.1 – Modelos tridimensionais representativos dos volumes inicial e final dos canais mesiais dos grupos Oscilatório, Recíproco e Rotatório, respectivamente. O terceiro quado de cada linha representa a sobreposição dos volumes inicial e final, ilustrando qualitativamente o aumento de volume. Em verde o volume inicial e em vermelho o volume final.

Figura 5.2 –Ilustração qualitativa dos modelos tridimensionais representativos da sobreposição das superfícies tratadas (vermelho) e não tratadas (verde) dos canais mesiais dos grupos Oscilatório, Recíproco e Rotatório, respectivamente.

Figura 5.3 – Modelos tridimensionais representativos do Grupo Cone Único, em diferentes vistas. Em rosa material obturador. Em preto espaços vazios.

Figura 5.4 – Modelos tridimensionais representativos do Grupo Ondas Contínuas, em diferentes vistas. Em rosa material obturador. Em preto espaços vazios.

6 DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar diferentes técnicas de instrumentação e obturação de canais mesiais de molares inferiores.

Um grande desafio enfrentado durante o tratamento endodôntico é a anatomia do sistema de canais radiculares, devido à sua complexidade e alto índice de ramificações. Os canais mesiais de molares inferiores foram escolhidos para este estudo por serem achatados e com presença de istmos e intercomunicações (Wu et al., 2000; Mannocci et al., 2005; Gu et al., 2009; Gu et al., 2011; Markvart et al., 2012). Canais radiculares achatados representam uma dificuldade a mais para a correta sanificação durante o preparo. Áreas de difícil acesso podem manter bactérias resistentes e levar ao insucesso (Metzger et al., 2010; Alves et al., 2011; Alves et al., 2012). Isto porque os instrumentos não conseguem tocar todas as paredes radiculares nessas áreas ovaladas, independente da técnica de instrumentação utilizada (Wu; Wasselink, 2001; Barbizam et al., 2002; Rödíg et al., 2002; Weiger et al., 2002; Wu et al., 2003; Ruttermann et al., 2007; ElAyouti et al., 2008; Paqué et al., 2010).

Diferentemente de outros autores (Peters et al., 2001; Paqué et al., 2009) os dentes tiveram parte de suas coroas seccionadas para que o comprimento total do dente (17mm) ficasse padronizado para todas as amostras, impedindo que variações no tamanho dos dentes interferissem na avaliação dos resultados.

Em relação à padronização do preparo apical foi realizada a instrumentação apical com limas Mtwo #30 (#30.05) e Reciproc R25 (#25.08). Segundo a especificação do fabricante e o estudo de Jeon et al., 2014 o diâmetro final após a utilização da lima R25 é compatível com uma lima #30, provavelmente por causa da grande conicidade deste instrumento aliada aos movimentos de pincelamento durante o preparo.

Neste estudo foi utilizada a μ CT para avaliar as mudanças geométricas do canal radicular após a instrumentação com três diferentes movimentos e a qualidade da obturação com duas diferentes técnicas. A introdução da microtomografia (μ CT) na endodontia permitiu a análise de todas as etapas do tratamento endodôntico de maneira muito mais detalhada, tridimensionalmente, sem destruição do espécime e

com a vantagem de gerar um banco de dados para análises e comparações futuras (Rhodes, 1999; Peters et al., 2000; Wu; Wasselink, 2001; Barbizam et al., 2002; Rödiger et al., 2002; Weiger et al., 2002; Wu et al., 2003; Ruttermann et al., 2007; ElAyouti et al., 2008; Somma et al., 2008; Paqué et al., 2010; Rubino, 2012; Li et al., 2014). Nas últimas décadas o preparo do canal já foi avaliado de diferentes maneiras, algumas limitações destes métodos são superadas pela μ CT. Na avaliação radiograficamente (Southard et al., 1987; Mikrogeorgis et al., 2006; Gekelman et al., 2009; Russo, 2011; Nogueira, 2011) não é possível avaliar o canal radicular de forma tridimensional, limitando a análise a duas dimensões. Por secção transversal (Bramante et al., 1987; Hülsmann, 1999; Kuttler et al., 2001; Grande et al., 2007) é necessária destruição do espécime. A tomografia computadorizada (Tachibana e Matsumoto, 1990; Taylor et al., 2007; Peters et al., 2000) permite a análise tridimensional sem destruição do espécime, porém oferece uma baixa resolução para análise de tecidos duros (Nielsen et al., 1995).

Neste trabalho foram realizadas as análises de volume de desgaste e de superfícies não tocadas durante a instrumentação com os sistemas oscilatório, recíproco e rotatório. A análise do volume de desgaste avalia a ação do PQC na quantidade de dentina removida (Bergmans et al., 2001; Peters et al., 2010; Stern et al., 2012) enquanto a avaliação da área de superfície não tratada indica áreas de falha na ação dos instrumentos durante o PQC (Paqué et al., 2010; Eid; Amin, 2011; Paqué; Peters, 2011).

Muitos estudos avaliam o aumento de volume com diferentes sistemas de instrumentação (Rhodes et al., 2000; Bergmans et al., 2001; Paqué et al., 2010; Paqué e Peters, 2011; Rhodes et al., 2011). Assim como Versiani et al. (2011), Markvart et al. (2012) e Busquim (2013) este trabalho avaliou o aumento de volume também para cada terço separadamente.

Assim como nos estudos de Peters et al., 2001; Paqué et al., 2009; Versiani et al., 2011 o volume de desgaste foi calculado subtraindo-se os valores finais de volume após o preparo dos valores iniciais, ambos em mm^3 . A porcentagem de volume de desgaste ($\% \Delta$) foi calculada por regra de três usando os valores antes (B) e após (A) o preparo, pela fórmula $\% \Delta = (A * 100/B) - 100$.

O percentual de volume de desgaste total não apresentou diferenças estatísticas significativas para os grupos testados o que também foi verificado por

Russo, 2011, o que sugere que o movimento (recíproco, oscilatório ou rotatório) não influencia na quantidade de desgaste gerado,. A utilização do sistema Mtwo, em oscilação ou rotação não apresentou diferenças estatísticas em relação ao aumento de volume, sugerindo que é possível utilizar esse sistema nos dois movimentos com semelhante volume de desgaste para ambos.

No terço apical, a média de volume de desgaste para o grupo recíproco (80,63%) foi maior do que para o grupo oscilatório (66,04%) com diferença estatística, provavelmente pelas características do instrumento. As limas do sistema Reciproc são fabricadas em NiTi “M-Wire”, que é conseguido a partir de um tratamento térmico aplicado à liga, e que confere maior flexibilidade e resistência à fratura cíclica (Varela-Patiño et al., 2010; Shen et al., 2011; Gavini et al., 2012). Possuem secção transversal em forma de “S” que favorecem a penetração do instrumento em direção apical, fato claramente notado durante o preparo dos espécimes. Além disso, apresentam maior conicidade nos 3 mm apicais em relação ao restante da parte ativa o que possivelmente contribui para a melhor eficiência de preparo na região apical.

O aumento de volume cervical no grupo oscilatório foi significativamente maior em relação aos terços médio e apical do mesmo grupo. Esse fato se deve mais pela ação da broca CPDrill na região cervical do que pela ação das limas oscilando.

Para o aumento de volume o desvio padrão encontrado foi relativamente alto, principalmente nos terços cervical e médio. Este fato pode estar mais relacionado à anatomia dos canais do que ao número de espécimes utilizado, o que também foi observado por Paqué et al., 2009 num estudo com n=60. Existe grande variação na forma do canal inicial devido à presença de istmos e intercomunicações neste grupo dentário, em diferentes níveis do canal radicular (Gulavibala et al., 2002; Bergmans et al., 2003; Gu et al., 2011) ou ao longo de toda a raiz (Hsu; Kim, 1997; Teixeira et al., 2003). Alguns autores (Yin et al., 2010; Villas Bôas, 2011) sugerem que a divisão dos grupos não deva ser aleatória e sim realizada após o primeiro escaneamento das amostras para verificação dessas variações anatômicas, que segundo Gu et al., 2011 não podem ser vistas clínica ou radiograficamente. Entretanto, neste estudo a distribuição dos espécimes foi realizada aleatoriamente.

Outro parâmetro avaliado foi a porcentagem de superfícies não tratadas. Para o grupo recíproco a superfície não tratada foi maior nos terços cervical e médio, resultado também encontrado por Busquim, 2013. A maior conicidade apical pode ter contribuído para a maior incidência de áreas não tratadas nos terços médio e apical neste grupo, visto que o instrumento acaba tocando mais as paredes do canal nos 3mm finais do que ao longo do corpo do instrumento.

Para o grupo recíproco, houve diferença estatística com maior aumento de volume apical mas não em relação às superfícies não tocadas, que não apresentaram diferença estatística neste terço. Provavelmente isto está ligado à anatomia dos canais achatados (Busquim, 2013) que favorecem o aumento de volume nas extremidades, não necessariamente tocando todas as paredes.

A ideia inicial da utilização dos sistemas reciprocantes é a utilização de um único instrumento para realização de todo o preparo do canal radicular (Bürklein et al., 2012; Capar et al., 2014). Em termos de modelagem o sistema Reciproc, com a utilização de uma única lima R25 é capaz de promover uma adequada conicidade (.08) do canal radicular, o que favorece as etapas da medicação intracanal e obturação (Palo e Iglecias, 2012). Porém a ampliação apical precisa ser complementada, visto que muitos autores constataram que a média do diâmetro apical dos canais mesiais de molares inferiores, a 1 mm do CRT é compatível com uma lima manual #30 (Kerekes e Tronstad, 1977; Wu et al, 2002; Pécora et al, 2005). Principalmente nos casos de periodontite apical a remoção de dentina nesta região é muito importante, visto que a região apical mantém contato com os fluidos periapicais e pode ser uma via de nutrição de eventuais bactérias presentes após o PQC (Alves et al., 2012), uma das causas de insucesso do tratamento endodôntico (Nair, 2006; Siqueira et al., 1997; Siqueira et al., 2010). o que pode ser feito com limas manuais, com as outras limas do sistema Reciproc (R40, R50) ou com sistemas rotatórios.

Os resultados deste estudo sugerem a necessidade de hibridização de sistemas, visto que nenhum dos sistemas testados foi capaz de tocar todas as paredes do canal radicular. Além disso, nos terços cervical e médio os sistemas oscilatório e rotatório apresentaram menos superfícies não tratadas do que o sistema recíproco. Este pode ser mais um ponto de indicação da utilização combinada de sistemas automatizados. A excelente capacidade de penetração no

canal radicular do sistema recíproco e sua capacidade de limpeza e modelagem da região apical, associada à maior efetividade de preparo dos sistemas oscilatório e rotatório nos terços médio e cervical pode gerar uma maior efetividade do PQC nas paredes do canal radicular. Mas para que essa sugestão seja confirmada, mais estudos são necessários para investigar essas interações.

Outro objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da obturação nas raízes mesiais de molares inferiores, visto que Van der Sluis et al. (2005) e Hörsted-Bindslev et al. (2007) mostraram que canais achatados dificultam a obturação adequada pois a anatomia impede a adequada limpeza em áreas de difícil acesso. A observação visual dos modelos sobrepostos (como exemplificado nas figuras 5.6 e 5.7) deixa bem clara esta situação, evidenciando áreas de istmo e canais acessórios não preenchidas, para ambas as técnicas avaliadas.

A metodologia escolhida foi a μ CT pois é um método não destrutivo que gera dados objetivos reais, permitindo a avaliação qualitativa e quantitativa através da diferenciação entre materiais obturadores e espaços vazios (Jung et al., 2005). O aparelho utilizado possui resolução de 17,42 micrometros, possibilitando uma análise detalhada do preenchimento do canal radicular e das áreas de falhas. Muitos métodos de avaliação da qualidade da obturação endodôntica tem sido utilizados nos últimos anos, diafanização (Bryton et al., 1973; Iglecias, 2008), secção longitudinal (ElDeeb, 1985) ou transversal (Limkangwalmongkol et al., 1991), observação microscópica (Manocci et al., 1998). Esses métodos apresentam a desvantagem de limitação da visualização tridimensional do preenchimento do canal radicular ou a necessidade de realizar cortes nos espécimes, impedindo de reutilizá-los ou ainda, causando danos que podem alterar a avaliação.

As técnicas de obturação a frio (cone único) avaliada pode levar a maior índice de falhas em canais achatados pela dificuldade de acesso às áreas irregulares (Wesselink, 2010; Schmalz; Hörsted-Bindslev, 2010). Porém nesta avaliação da porcentagem de espaços vazios não houve diferenças estatísticas significativas entre obturação a frio (cone único) e termoplástica (ondas contínuas), nos terços médio e apical. Tais resultados também foram encontrados também por Somma et al. (2011) e Moeller et al. (2013).

A menor porcentagem de espaços vazios foi encontrada na região cervical do grupo ondas contínuas. Quando a guta-percha é aquecida e introduzida no canal na fase plástica é mais fácil ela se adaptar as irregularidades do canal radicular (Peng

et al., 2007; Schmalz; Hörsted-Bindslev, 2010). Pelo fato de a região cervical receber as forças da condensação vertical diretamente, ainda com a guta-percha plastificada, houve melhor preenchimento das áreas do canal nesta região.

A quantificação de espaços vazios após a obturação permite avaliar a o preenchimento do canal radicular (Hammad et al., 2009; Jung et al., 2005; Metzger et al., 2010; Wolf et al., 2014). Segundo Somma et al. (2011) bactérias remanescentes do PQC podem continuar viáveis em áreas não obturadas do canal radicular podendo levar ao insucesso. O preenchimento do canal radicular com material obturador previne a penetração de microorganismos e toxinas da cavidade oral (Saunders; Saunders, 1994). Muitos estudos mostram a relação entre infiltração coronária e periodontites apicais secundárias (Ray; Trope, 1995; Tronstad et al., 2000; Hommez et al., 2002; Gillen et al., 2011). A ausência de diferença estatística nos terços médio e apical, sugere que não é necessário utilizar uma técnica de OCC para obturação do canal radicular, visto que esta técnica oferece maior dificuldade de realização e maior custo. Utilizando-se a μ CT pode-se notar que na região cervical a técnica de OCC mostrou melhores resultados de preenchimento, porém outros estudos avaliando a capacidade de selamento das obturações com esta técnica, em relação a outras, precisam ser realizados para que se possa justificar a utilização de uma técnica mais dispendiosa e de maior dificuldade. Futuros trabalhos podem ser realizados para localizar as falhas, em guta-percha ou cimento, e correlacionar estes dados com a qualidade da obturação.

7 CONCLUSÕES

Com base na metodologia utilizada pode-se concluir que:

Os sistemas oscilatório, recíproco e rotatório apresentaram resultados semelhantes quanto ao volume de desgaste total, porém no terço apical o sistema recíproco promoveu maior desgaste que os demais sistemas;

Os sistemas oscilatório e rotatório tocaram mais paredes dos canais mesiais achatados de molares inferiores nos terços cervical e médio quando comparados com o sistema recíproco;

Cone único e ondas contínuas apresentaram preenchimento de obturação semelhantes nos terços médio e apical, sendo que no terço cervical a técnica de ondas contínuas preencheu melhor.

REFERÊNCIAS¹

Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Amer Dent Ass.* 1980;101:792-94.

Almeida MM, Bernardineli N, Ordinola-Zapata R, Villas-Bôas MH, Amoroso-Silva PA, Brandão CG, Guimarães BM, Moraes IG, Hungaro-Duarte MA. Micro-computed Tomography Analysis of the Root Canal Anatomy and Prevalence of Oval Canals in Mandibular Incisors. *J Endod.* 2013;39(12):1529-33.

Alves FRF, Almeida BM, Neves MAS, Moreno JO, Rôças IN, Siqueira JF. Disinfecting oval-shaped root canals: effectiveness of different supplementary approaches. *J Endod.* 2011;37:496-501.

Alves FRF, Rôças IN, Almeida BM, Neves MAS, Zoffoli J, Siqueira Jr JF. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int Endod J.* 2012;45:871-7.

Angerame D, Biasi M, Pecci R, Bedini R, Tommasin E, Marigo L, Somma F Analysis of single point and continuous wave of condensation root filling techniques by micro-computed tomography *Ann Ist super sanità* 2012;48(1):35-41

Barbizam JVB, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod.* 2002;28:365-6.

Bergmans L, Cleynenbreugel JV, 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;36:288-95.

Bjørndal L, Carlsen O, Thuesen G, Darvann T, Kreiborg S. External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. *Int Endod J.* 1999;32(1):3-9.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod.* 1987;13:243-5.

Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J.* 2012;45:449-61.

Busquim SSK. Avaliação do preparo de canais radiculares com secção transversal oval longa realizado pelos sistemas Reciproc e Biorace utilizando microtomografia computadorizada[dissertação]São Paulo:Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia;2013.

Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod.* 2014;40(6):852-6.

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

Dowker SEP, Davis GR, Elliott JC. X-ray microtomography Nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic Studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1997;83(4):510-16

Eid GEH, Amin SAW. Changes in diameter, cross-sectional area, and extent of canal-wall touching on using 3 instrumentation techniques in oval-long canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112:688-95.

ElAyouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C. Efficacy of rotary instruments with great taper in preparing oval root canals. *Int Endod J.* 2008;41:1088-92.

ElDeeb ME. The sealing ability of injection molded thermoplasticized gutta-percha. *J of Endod.* 1985;11:84-6.

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

Freire LG, Gavini G, Cunha RS, Santos Md. Assessing apical transportation in curved canals: comparison between cross-sections and micro-computed tomography. *Braz Oral Res.* 2012;26(3):222-7.

Freire, LG. Avaliação do preparo de canais radiculares com instrumentos rotatórios torcidos e usinados, por meio de cortes transversais e da microtomografia computadorizada [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2010.

Gandolfi MG, Parrilli AP, Fini M, Prati C, Dummer PMH. 3D micro-CT analysis of the interface voids associated with Thermafil root fillings used with AH Plus or a flowable MTA sealer *Int Endod J.* 2013; 46: 253–263.

Gani O, Visvisian C. Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *J Endod.* 1999;25:689-91.

Gao Y, Fan B, Cheung GS, Gutmann JL, Fan M. C-shaped canal system in mandibular second molars part IV: 3-D morphological analysis and transverse measurement. *J Endod.* 2006;32(11):1062-5.

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

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

Gergi R, Osta N, Bourbouze G, Zgheib C, Arbab-Chirani R, Naaman A. Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2014;9:

Gillen BM1, Looney SW, Gu LS, Loushine BA, Weller RN, Loushine RJ, Pashley DH, Tay FR. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2011;37(7):895-902.

Grande NM, Plotino G, Butti A, Messina F, Pameijer CH, Somma F. Cross-sectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103:120-6.

Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Micro-computerized tomographic analysis of radicular and canal morphology of premolars with long oval canals Oral Surg Oral Med Oral Pathol Volume 106, Number 3, e70-e76 2008.

Grossman LI, Oliet S, del Rio CE. Preparation of the root canal: equipment and technique for cleaning, shaping and irrigation. In: Grossman LI, Oliet S, del Rio CE, Endodontic Practice. 11^a ed. Philadelphia, PA, USA: Lea & Febiger; 1988. 179–227 P.

Gu LS, Ling JQ, Huang XY, Wei X, Xu Q. A micro-computed tomographic study of the isthmus in the root canal system of mandibular first molar. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2009 Jan;44(1):11-4.

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

Gulabivala K, Opasanon A, Ng YL, Alavi A. Root and canal morphology oh Thai mandibular molars. Int Endod J. 2002;35(1):56-62

Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. J of Endod. 1989;35:541–4.

Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-dimensional In Vitro Study J Endod 2009; 35(4):432-40.

Hommez GM1, Coppens CR, De Moor RJ. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. Int Endod J. 2002;35(8):680-9.

Hsu Y, Kim S. The resected root surface. The issue of canal isthmuses. Dent Clin North Am. 1997;41(3):529-40.

Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. J Endod. 1999;25:599-602.

Hülsmann M, Peters OA, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endod Topics. 2005;10:30-76.

Iglecias EF. Comparação entre a capacidade de desobturação de canais radiculares obturados com cimentos à base de mta, polímero da mamona e resina epóxica

utilizando instrumento manual ou rotatório[dissertação]São José dos Campos. UNESP Faculdade de Odontologia;2008.

Jeon HJ, Paranjpe A, Ha JH, Kim E, Lee W, Kim HC. Apical enlargement according to different pecking times at working length using reciprocating files. *J Endod.* 2014;40(2):281-4.

Junaid A, Freire LG, da Silveira Bueno CE, Mello I Cunha RS. Influence the single-file endodontics on apical transportation in curved root canal: an ex-vivi microcomputed tomographic study. *J Endod.* 2014 40(5):717-20

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

Keleş A, Alcin H, Kamalak A, Versiani MA. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2014 Feb 15

Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endod.* 1977;3:114-8.

Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn SO. The endodontic cube: a system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation.*J Endod.* 2001;27:533-6.

Leonardo MR. Endodontia: tratamento de canais radiculares – princípios técnicos e biológicos. 2ª.ed. São Paulo: Artes Médicas; 2005. 1491 p.

Li GH, Niu LN, Selem LC, Eid AA, Bergeron BE, Chen JH, Pashley DH, Tay FR. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. *J Dent.* 2014 Apr 24

Limkangwalmongkol S, Burtscher P, Abbott PV, Sandler AB, Bishop BM (1991) A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. *Journal of Endodontics* 17, 495–9.

Loizides AL, Kakavetsos VD, Tzanetakis GN, Kontakiotis EG, Eliades G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. *J Endod.* 2007;33(12):1455-9

Mannocci F, Innocenti M, Ferrari M. Stereomicroscopic and scanning electron microscopic study of roots obturated with vertically condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. *J of Endod*. 1998;24:397– 400.

Mannocci F, Peru M, Sherriff M, R. Cook R & Pitt Ford TR. The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study *International Endodontic Journal*, 38, 558–563, 2005

Markvart M, Bjørndal L, Darvann Ta, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S . Three-dimensional analysis of the pulp cavity on surface models of molar teeth, using X-ray micro-computed tomography *Acta Odontologica Scandinavica*, 2012; 70: 133–139

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

Marshall FJ, Pappin J. A crown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. *Manual técnico da Universidade de Oregon (Oregon Health Sciences University)*. Portland – Oregon, EUA, 1980.

Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The Self-adjusting file (SAF): Part 1: respecting the root canal anatomy – a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod*. 2010;36:679-90.

Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paque´ F (2010) The quality of root canal preparation and root canal obtu- ration in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. *Journal of Endodontics* 36, 1569–73.

Mikrogeorgis G, Molyvdas I, Lyroudia K, Nikolaidis N, Pitas I. A new methodology for the comparative study of the root canal instrumentation techniques based on digital radiographic image processing and analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;101:e125-31.

Mirfendereski M, Roth K, Fan B, Dubrowski A, Carnahan H, Azarpazhooh A, Basrani B, Torneck CD, Friedman S. Technique acquisition in the use of two thermoplasticized root filling methods by inexperienced dental students: a microcomputed tomography analysis. *J Endod*. 2009;35(11):1512-7

Moeller L, WENZEL A, WEGGE-LARSEN AM, DING M, KIRKEVANG LL. Quality of root fillings performed with two root filling techniques. An in vitro study using micro-CT. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2013;71:689–96.

Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Dent J* 42: 1057-1064, 2009

Nair PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J* 2006; 39:249–81.

Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod.* 1995;21:561-8.

Nogueira L. Avaliação do desgaste das paredes VL dos canais radiculares usando diferentes técnicas de instrumentação. [monografia]. São Paulo. Abeno;2011.

Ørstavik D, Qvist V, Stoltze K. A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment. A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment. *Eur J Oral Sci* 2004; 112: 224–230

Palo RM e Iglecias EF. Descomplicando a instrumentação endodôntica: sistema de canais radiculares in: Romão Jr W, Battaglini, CAO. Reabilitação Estética - novas tendências. 1ª Ed. 2012 454 p.

Paqué F1, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2005 Jul;38(7):456-64.

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

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

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;37:517-21.

Paqué F, Zehnder M, Marending M. Apical fit of initial K-files in maxillary molars assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 43, 328-335, 2010

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

Pecora JD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Spano JCE, Estrela C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *Int Endod J*. 2005; 38:430–435.

Peng L, Ye L, Hong T, Xuedong Z. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod* 2007;33:106–9.

Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res*. 2000;79(6):1405-9

Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry using high-resolution computed tomography. *J Dent Res* 2000 Jun;79(6):1405-9.

Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J*. 2003;36(2):86-92.

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

Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004; 30: 559-65

Ray HA1, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J*. 1995;28(1):12-8.

Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod Journal*, 1999; 32:165–70.

Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. *Int Endod J*. 2000;33(3):279-85

Rhodes SC, Hülsmann M, McNeal SF, Beck P, Eleazer PD. Comparison of root canal preparation using reciprocating Safesiders stainless steel and Vortex nickel-titanium instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;111:659-67.

Rödig T, Hülsmann M, Mühge M, Schäfers F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int End J.* 2002;35:919-28.

Rubino Avaliação da eficiência de sistemas rotatórios na desobturação de canais, através da microtomografia de raios-X. Gustavo Alberto Rubino Dissertação (Mestrado) São Paulo, 2012. 86 p

Rüttermann S, Virtej A, Janda R. Preparation of the coronal and middle third of oval root canals with a rotary or an oscillating system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104:852-6.

Sahni PS, Brown CE, Legan JJ, Moore BK, Vail MM. Comparison of rotary instrumentation and continuous wave obturation to reciprocating instrumentation and single cone obturation with a hydrophilic sealer. *J Endod.* 2008 Jan;34(1):99-101.

Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod & Dental Traumatol.* 1994;10:105–8.

Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32:271-5.

Siqueira CR. In vitro antimicrobial activity of Fill Canal, Sealapex, Mineral trioxide Aggregate, Portland cement and EndoRez. *Int Endod J.* 2005; 38:539-543

Siqueira JF Jr, Araujo MC, Garcia PF, et al. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997;23:499–502.

Siqueira JF, Alves FRF, Almeida BM, Oliveira JCM, Rôças, IN. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *J Endod.* 2010;36:1860-5.

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, G. Cretella¹, M. Carotenuto¹, R. Pecci², R. Bedini², M. De Biasi³ & D. Angerame³. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal*, 44, 362–369, 2011

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

Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci*. 2009 Dec;1(4):177-88.

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

Taha NA, Ozawa T, Messer HH. Comparison of three techniques for preparing oval-shaped root canals. *J Endod*. 2010;36:532-5.

Taylor P. Cotton, DDS, Todd M. Geisler, DDS, David T. Holden, DMD, Scott A. Schwartz, DDS, and William G. Schindler, DDS, MS Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *JOE — Volume 33, Number 9, September 2007*.

Teixeira FB, Sano CL, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal isthmus in maxillary and mandibular first molars. *Int Endod J*. 2003;36(4):276-80.

Tronstad L1, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol*. 2000 Oct;16(5):218-21.

Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martín-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod*. 2010;36:157-9.

Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with Self-

Adjusting File instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37:1002-7.

Villas Bôas MH. Análise comparativa em microtomografia do preparo dos canais mesiais de molares inferiores por quatro sistemas rotatórios de níquel-titânio. [Dissertação]. Bauru, Universidade de São Paulo; 2012.

Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14(7):346-51

Walton RE, Rivera EM (1996) Cleaning and shaping. In: Walton RE, Torabinejad M, eds. *Principles and Practice of Endodontics*, 2nd edn. Philadelphia, PA, USA: W.B. Saunders Company, pp. 201–33.

Weiger R, ElAyouti A, Löst C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod.* 2002;28:580-3.

Weine FS. Intracanal treatment procedures, basic and advanced topics. In: *Weine FS, Endodontic Therapy*, 4th ed. St. Louis, MO, USA: Mosby; 1989. 277–369 P.

Wolf M, Küpper M, Reimann C, Bourauel C, Frentzen M. 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique *Clin Oral Invest* (2014) 18:155–161

Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J.* 2002; 35:264–267, 2002

Wu MK, R'Oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89:739-43.

Wu MK, van der Sluis LWM, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J.* 2003;36:218-24.

Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001;34:137-41.

Yared G. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand

filing: a new concept. 2011:1-8. Rev. 0/13.01.11 [citado 11 abr. 2013]. Disponível em: <http://www.vdw-reciproc.de/en/articles-and-studies.html>.

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.

Zogheib Carla, A. Naaman, A. Sigurdsson, E. Medioni, G. Bourbouze, R. Arbab-Chirani Comparative micro-computed tomographic evaluation of two carrier-based obturation systems Clin Oral Invest (2013) 17:1879–1883.

APÊNDICE A – Parâmetros para a análise das imagens antes e após o preparo do canal radicular

PRÉ

1. Reload
2. Thresholding Mode, Global / Lower grey threshold, __ / Upper grey threshold, 255
3. Bitwise operations <Region of Interest> = COPY <Image>
4. 3D analysis
5. 3D model <image>
6. Despeckle Type: Remove pores (2D space) / Detected by: by image borders /
Apply to: ROI
7. Bitwise operations <Image> = <Image> XOR <Region of Interest>
8. Despeckle Type: Remove white speckles (2D space) / Area: less than 20 pixels /
Apply to: Image
9. 3D analysis Volume / Surface Area
10. 3D model Model <image>
11. Save bitmaps <image>

PÓS

1. Reload
2. Thresholding Mode, Global / Lower grey threshold, __ / Upper grey threshold, 255
3. Bitwise operations <Region of Interest> = COPY <Image>
6. Despeckle Type: Remove pores (2D space) / Detected by: by image borders /
Apply to: ROI
7. Bitwise operations <Image> = <Image> XOR <Region of Interest>
8. Despeckle Type: Remove white speckles (2D space) / Area: less than 20 pixels /
Apply to: Image
9. 3D analysis Volume / Surface Area
10. 3D model Model <image>
11. Save bitmaps <image>

APÊNDICE B – Parâmetros para a análise da superfície não tratada do canal radicular

1. Reload
2. Thresholding Mode, Global / Lower grey threshold, __ / Upper grey threshold, 255
3. Bitwise operations <CLIP> = <Image> OR <Region of Interest>
4. Bitwise operations <Image> = <Image> SUB <Region of Interest>
5. Bitwise operations <ROI> = COPY <CLIP>
9. 3D analysis
10. 3D model Model <image>

APÊNDICE C – Parâmetros para a análise da obturação do canal radicular

1. Reload
2. Thresholding obturação / guta percha
2. Bitwise operations <Region of Interest> = COPY <Image>
3. Reload
4. Thresholding cimento
5. Morphological operations Type: Opening (2D space) / Radius: 1 / Apply to: Image
6. Bitwise <Region of Interest> = <image> OR <roi>
7. 3D analysis
8. 3D model <image>
9. Save bitmaps <ROI>

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde

Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

PROJETO DE PESQUISA

Título: Avaliação da remoção de debris dentinários após diferentes métodos de irrigação final e sua influência na obturação do sistema de canais radiculares, utilizando a microtomografia computadorizada.

Pesquisador: Laila Gonzales Freire **Versão:** 1 **Instituição:** Faculdade de Odontologia da Universidade de **CAAE:** 01213112.2.0000.0075

São Paulo

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer:15598 **Data da Relatoria:**25/04/2012

Apresentação do Projeto:

Adequado

Objetivo da Pesquisa:

Uso de tomografoa para averiguar a remoção de debris do interior dos canais radiculares em dentes extraídos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sem risco pois não há seres humanos envolvidos

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Adequada

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Não se aplica

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O trabalho será feito em dentes extraídos, portanto não envolve riscos a sujeitos. Os dentes serão fornecidos pelo Banco de Dentes da FOUSP conforme carta do referido banco anexado. Desta forma não há necessidade de formulação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido(TCLE), e segundo este parecerista não há implicações éticas que inviabilizem este projeto.

Projeto de pesquisa adequado para aprovação do CEP. Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação. O Banco de Dentes Humanos da FOUSP é considerado pela CONEP um Biobanco, portanto segundo a Resolução CNS No 441 a partir do dia 12 de maio de 2012 os trabalhos enviados ao CEP para serem aprovados utilizando a doação destes dentes necessitam que o Biobanco esteja aprovado pelo CEP-CONEP. Favor verificar esta condição com o coordenador do Banco de Dentes Humanos da FOUSP.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Sim

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP-FOUSP considera o projeto aprovado e mediante o protocolo de pesquisa encaminhado não entende a necessidade de envio do projeto para apreciação da CONEP.

SAO PAULO, 25 de Abril de 2012

Assinado por: Marcia Turolla Wanderley