

JULIANA LISBOA COUTO MARQUES

Avaliação dos preparos de canais radiculares com secção transversal oval longa realizados pelos sistemas XP-endo shaper e Mtwo utilizando a microtomografia computadorizada

São Paulo

2018

JULIANA LISBOA COUTO MARQUES

Avaliação dos preparos de canais radiculares com secção transversal oval longa realizados pelos sistemas XP-endo Shaper e Mtwo utilizando a microtomografia computadorizada

Versão Corrigida

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

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Dos Santos

São Paulo

2018

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

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

Marques, Juliana Lisboa Couto.

Avaliação dos preparos de canais radiculares com secção transversal oval longa realizados pelos sistemas XP-endo Shaper e Mtwo utilizando a microtomografia computadorizada / Juliana Lisboa Couto Marques ; orientador Marcelo dos Santos. -- São Paulo, 2018.

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

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

Versão corrigida

1. Preparo do canal radicular.
 2. Instrumentação rotatória.
 3. XP-endo Shaper.
 4. Mtwo.
 5. Superfícies não tocadas do canal.
 6. Microtomografia computadorizada.
- I. Santos, Marcelo dos. II. Título.

Marques JLC. Avaliação dos preparos de canais radiculares com secção transversal oval longa realizados pelos sistemas XP-endo Shaper e Mtwo utilizando a microtomografia computadorizada. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

.

Aprovado em: 26/ 02 /2019

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). Laila Gonzales Freire

Instituição: _FOUSP

Julgamento: APROVADA

Prof. Dr. Harry Davidowicz

Instituição: CEPPO

Julgamento: APROVADA

Prof. Dr. Igor Prokopowitsch

Instituição: FOUSP

Julgamento: APROVADA

Dedico à minha mãe Cilene, por ser um exemplo de mulher forte, determinada, perseverante, amorosa e de personalidade. Que sempre me ensinou a correr atrás dos meus sonhos e nunca abaixar a cabeça para os obstáculos da vida. Obrigada por ter me proporcionado a experiência de morar em São Paulo e realizar meu sonho, sem a senhora e o papai isso jamais teria sido possível. Mamãe, eu amo você.

Ao meu pai José Danilo, que mesmo morando longe se faz presente todos dias na minha vida. Obrigada por sempre me incentivar, cuidar e zelar por mim. Obrigada por ser o meu melhor amigo e meu porto seguro em qualquer situação, eu amo você.

Ao meu irmão Danilo, por ser meu grande amigo em todas as horas. Obrigada por sempre me incentivar e torcer por mim. Dani, tenho muito orgulho do homem que você se tornou, te amo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcelo dos Santos, por sempre ter acreditado em mim e no meu trabalho. Muito obrigada por ter contribuído para a minha evolução profissional e pessoal e por estar disposto a me ajudar nos momentos de dificuldades, me sinto privilegiada de ter sido sua orientada e sou eternamente grata por todas as portas que você abriu pra mim durante essa trajetória.

A Prof. Dra. Laila Gonzales Freire, que me acompanha desde a especialização e nunca mediu esforços para me ajudar. Muito obrigada pela amizade, incentivo e por todo o apoio necessário, principalmente na leitura das amostras. Você foi um anjo que Deus colocou em minha vida, obrigada por tudo.

Ao Prof. Dr. Celso Luiz Caldeira, por ter acreditado em mim e ter me aceito no seu curso de especialização. Foi a partir dessa oportunidade que tudo mudou em minha vida. Muito obrigada por ter me mostrado o quanto a Endodontia é linda e fascinante. Agradeço todas as palavras de apoio e incentivo durante essa jornada de especialização e mestrado.

Aos professores do departamento de Dentística/Endodontia da FOU SP, por todo o conhecimento compartilhado nos créditos e no estágio da graduação.

À secretária do Departamento de Dentística, em especial a Selma, uma pessoa muito prestativa e com uma generosidade enorme.

A toda equipe do curso de Atualização da Fundecto, pelas palavras de apoio e amizade sincera.

A todos os meus amigos da pós-graduação, mestrandos, doutorandos e pós-doutorandos, pelo convívio diário, pelos momentos de descontração na sala do Aldo, por todo apoio, conhecimento compartilhado e principalmente pela amizade. Vocês se tornaram parte da minha família, agradeço a Deus por ser colocado cada um de vocês na minha vida. Em especial a Caroline Santos, que está nessa caminhada comigo

desde a especialização. Agradeço o carinho, apoio, as palavras positivas nos momentos de incertezas e dificuldade e principalmente a amizade verdadeira que construímos durante esses anos; ao Hermano Paiva, meu amigo querido, pela amizade e por toda a paciência e ajuda nas análises das amostras. Obrigada por compartilhar seus conhecimentos comigo, por ser tão prestativo, generoso e íntegro; a Luiza Paz, minha grande amiga que o mestrado me deu, agradeço o carinho, cumplicidade, generosidade, amizade verdadeira e o seu apoio incondicional em todos os momentos; A Lais Pizzatto pela relação de carinho e companheirismo que construímos ao longo dessa jornada, por ter se demonstrado sempre tão presente e atenciosa. A Claudia Meneses que se tornou uma irmã mais velha nesse período, obrigada por sempre ser tão solícita e por todos conselhos. Ao meu amigo Giovanni Liberati, que foi meu professor de inglês nesse período e sempre esteve disposto a me ajudar. Ao meu amigo querido Carlos Shimokawa, por ser esse ser humano tão bondoso e sempre disposto a ajudar o próximo; Aos meus irmãos da Dentística, Lucas Cortopassi, Juan Fernando e Amanda willers, fico muito feliz e agradecida pela relação de cumplicidade, amor e carinho que construímos nesses dois anos. Quero que vocês saibam que podem contar sempre com a minha amizade, não importa onde estejamos.

Ao Basílio Rodrigues, pela ajuda na aquisição das imagens e por sempre se mostrar solícito.

Ao professor Frederico Barbosa de Sousa, por disponibilizar o aparelho microtomógrafo de raios-X da Universidade Federal da Paraíba, através disso o presente estudo foi possível de ser realizado. Obrigada pela oportunidade.

A todos os meus familiares e amigos, que de perto ou de longe, torcem e vibram sempre por mim.

"Sempre que houver alternativas tenha cuidado. Não opte pelo conveniente, pelo confortável, pelo respeitável, pelo socialmente aceitável, pelo honroso. Opte pelo que faz seu coração vibrar. Opte pelo que gostaria de fazer, apesar de todas as consequências".

Osho

RESUMO

Marques JLC. Avaliação dos preparos de canais radiculares com secção transversal oval longa realizados pelos sistemas XP endo shaper e Mtwo utilizando a microtomografia computadorizada [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018. Versão Corrigida.

O tratamento endodôntico tem por finalidade primordial oferecer um ambiente favorável para que o organismo possa proporcionar o reparo dos tecidos periapicais possibilitando ao dente o retorno de suas funções. Uma das principais dificuldades de se lograr tal objetivo reside na complexidade anatômica dos canais radiculares, oferecendo sítios de difícil acesso a instrumentos e substâncias químicas, responsáveis pela promoção desse ambiente. Novos instrumentos mecanizados de NiTi foram desenvolvidos propondo diferentes tratamentos térmicos com a finalidade de melhorar a adaptação a canais ovalados, permitindo tocar o maior número de paredes dos canais radiculares. O sistema XP- endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça), recentemente lançado, possui um *design* inovador, sendo capaz de reagir a variações de temperatura e adquirir uma forma pré-determinada dentro do canal radicular, na temperatura corpórea, bem como atingir áreas inacessíveis para os instrumentos convencionais, tocando os pontos mais difíceis dos canais ovais. O presente estudo tem por objetivos, avaliar o preparo de canais ovais longos de molares inferiores com o sistema XP- endo Shaper comparando-o com instrumentos do sistema Mtwo, por meio da microtomografia computadorizada (μ CT). Foram selecionadas 32 raízes distais de molares inferiores divididos aleatoriamente em 2 grupos de 16, de acordo com o método de instrumentação a ser avaliado: Grupo XP - Instrumentação com XP- endo Shaper e Grupo Mtwo - instrumentação com Mtwo. Após a utilização dos softwares Data Viewer, CTan, CTVol foi possível a visualização e análise tridimensional do canal radicular antes e após os procedimentos de preparo-químico cirúrgico, para a comparação do volume de dentina removida, aumento do volume do canal, aumento da área de superfície do canal, superfícies não preparadas do canal, volume de debris e índice de modelo de estrutura (SMI). Os resultados foram submetidos aos testes Shapiro-Wilk e Mann-Whitney. Demonstrando que não houve uma diferença estatística entre os grupos XP-endo Shaper e Mtwo quanto o volume

de dentina removida, aumento do volume do canal, aumento da área de superfície do canal, superfícies não preparadas do canal, volume de debris e SMI. Concluiu-se que nenhum sistema estudado foi capaz de tocar todas as paredes de um canal oval longo e que ambas as técnicas se comportam de maneiras semelhantes quanto a do volume de dentina removida, aumento do volume do canal, aumento da área de superfície do canal, SMI, superfícies não preparadas do canal e volume de debris.

Palavras-chave: Preparo do canal radicular. Instrumentação rotatória. XP-endo Shaper. Mtwo. Superfícies não tocadas do canal. Microtomografia computadorizada.

ABSTRACT

Marques JLC. Evaluation of the preparation of long oval root canals with XP-endo Shaper and Mtwo, systems using micro-computed tomography [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018 Versão Corrigida.

Endodontic treatment has the primary purpose of offering a favorable environment so that the body can provide the repair of the periapical tissues enabling the tooth to return to its functions. One of the main difficulties in achieving this objective is the anatomical complexity of the root canals, offering difficult access to instruments and chemical substances responsible for promoting this environment. New NiTi rotatory instruments were developed by proposing different thermal treatments with the purpose of improving the adaptation to oval root canals, allowing instrumenting the largest number of root canal walls. The newly launched XP-endo Shaper system (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) has an innovative design, being able to react to temperature variations and acquire a predetermined shape inside the root canal, at body temperature, as well as reaching areas inaccessible to conventional instruments, instrumenting the hardest points of oval canals. The aim of the present study was to evaluate the preparation of long oval canals of mandibular molars with the XP-endo Shaper system, comparing it with the Mtwo system instruments, using micro-computerized tomography (μ CT). 32 distal roots of mandibular molars were randomly divided into 2 groups of 16, according to the instrumentation method to be evaluated: XP Group - Instrumentation with XP-endo Shaper and Mtwo Group - instrumentation with Mtwo. After the use of the CTAn, CTVol and Data Viewer softwares, it was possible to visualize and analyze three-dimensionally the root canal, before and after the chemical-surgical procedures, to compare the volume of dentin removed, the increase of volume of the canal, the increase of area of the canal surface, unprepared canal surfaces, volume of debris and structure model index (SMI). Results were submitted to the Shapiro-Wilk and Mann-Whitney statistical tests. It was demonstrated that there was no statistically significant difference between the XP-endo Shaper and Mtwo groups, referring to the volume of dentin removed, increase in canal volume, increase in the surface area of the canal, unprepared surfaces of the canal, volume of debris and SMI. We concluded that no studied system was able to touch all the walls of a long

oval canal and that both techniques behave in a similar way as the volume of dentin removed, increase in the volume of the canal, increase in the surface area of the canal, SMI, unprepared surfaces of the canal and volume of debris.

Key words: Root canal preparation. Rotary instrumentation. XP-endo Shaper. Mtwo. Untouched canal áreas. Micro-computed tomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Raio X	49
Figura 4.2- Microtomógrafo de raios-X (A) e posicionamento da amostra no microtomógrafo (B).....	51
Figura 4.3 - Silicone de condensação (A) e amostra com silicone de condensação (B).....	52
Figura 4.4 - Termômetro digital (A) e aquecedor mantendo a temperatura (B).....	53
Figura 4.5 - Aquecedor mantendo o hipoclorito de sódio aquecido.....	53
Figura 4.6 - Visor programado do motor VDW.silver para movimento rotatório completo (A) e detalhe do instrumento XP endo Shaper (B)	54
Figura.4.7 - Visor programado do motor VDW. Silver para movimento rotatório completo (A) e detalhe do instrumento Mtwo (B).....	56
Figura 4.8 - Aparelho de ultrassom para realização da irrigação ultrassônica passiva (B).....	57
Figura 4.9 - Corregisto das imagens A. Conjunto de imagens referência (ref) e conjunto de imagens alvo (tar) desalinhados B. Dois conjuntos de imagens alinhados geometricamente.....	58
Figura 4.10 - Seleção de uma nova região de interesse, apenas a raiz distal.....	59
Figura 4.11 - Binarização do objeto (dentina) através de um histograma de densidade.....	59
Figura 4.12 – Task List para segmentação da dentina e cana radicular.....	60

- Figura 4.13 – Sobreposição do modelo reconstruído antes do preparo (cor verde) e após o preparo (cor vermelha) no programa CTvol.....62
- Figura 5.1 – Grupo XP- endo Shaper- Visão dos modelos em 3D reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal (cor vermelha) e sobreposição dos canais radiculares em diferentes angulações.....68
- Figura 5.2 – Grupo Mtwo- Visão dos modelos em 3D reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal (cor vermelha) e sobreposição dos canais radiculares em diferentes angulações.....69
- Figura 5.3 – Acúmulo de debris (preto) após o preparo com a XP-endo Shaper. As linhas apontam as secções transversais correspondente em cada terço (A, B, C e D). Acúmulo de debris (preto) após o preparo com a Mtwo. As linhas apontam a secções transversais correspondentes em cada terço (E, F, G e H)71

LISTA DE TABELAS

- Tabela 4.1 - Tabela 1- Velocidade e torques utilizados para a instrumentação do grupo Mtwo.....55
- Tabela 5.1 - Volume de dentina removida (mm³) e valores percentuais de volume de dentina removida (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão).....63
- Tabela 5.2 - Aumento do volume do canal (mm³) e valores percentuais do aumento do volume do canal (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão).....64
- Tabela 5.3 - Aumento da área de superfície final (mm²) e valores percentuais do aumento da área da superfície do canal (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão).....65
- Tabela 5.4 - Valores percentuais de paredes não tocadas (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão)66
- Tabela 5.5 – Índice de modelo de estrutura (SMI) inicial e final do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão)67
- Tabela 5.6 - Volume de debris (mm³) e percentuais de volume de debris (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão)70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
#	Número
μ A	Microampere
μ m	Micrômetro
AET	Anatomic Endodontic Technology
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CT	Comprimento de trabalho
CTan	Programa de análise de tomografia computadorizada
CTvol	Programa de visualização de superfícies tridimensionais
EV	Endo Vac
ES	EndoSequence
EDTA-T	Ácido etilenodiamino tetra-acético-tergentol
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
EUA	Estados Unidos da América
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
H	Hedestroen
H	Horas
K	Kerr
kV	Quilovolts
Micro-CT	Microtomografia computadorizada
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro quadrado
mm ³	Milímetro cúbico
n	Número

NiTi	Níquel-titânio
NaOCL	Hipoclorito de sódio
PUI	Irrigação ultrassônica passiva
PF	ProFile
Rpm	Rotações por minuto
ROI	Região de interesse
SMI	Índice de modelo de estrutura
SAF	Self Adjusting File
SP	São Paulo
VOI	Volume de interesse
TC	Tomografia computadorizada
TF	Twisted File

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	COMPLEXIDADE ANATÔMICA DE CANAIS RADICULARES OVAIS...	25
2.2	METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO PREPARO DE CANAIS RADICULARES: MICROTOMOGRÁFIA COMPUTADORIZADA (μ CT).	27
2.3	TÉCNICAS DE PREPARO DE CANAIS RADICULARES OVAIS.....	32
3	PROPOSIÇÃO	45
4	MATERIAL E MÉTODOS	47
4.1	MATERIAL	47
4.2	MÉTODOS	48
4.2.1	Seleção dos dentes/ Critérios de inclusão e exclusão	48
4.2.2	Preparo dos dentes e divisão dos grupos experimentais	49
4.2.3	Microtomógrafo de raios-X	50
4.2.4	Preparo das amostras e leitura das medidas pré-operatórias	51
4.2.5	Preparo dos canais radiculares	52
4.2.6	Grupo 1- XP endo Shaper (n=16)	53
4.2.7	Grupo 2 Mtwo (n=16)	55
4.2.8	Irrigação Final	56
4.2.9	Preparo das amostras e leitura das medidas pós-operatórias	57
4.2.10	Análise dos Resultados	58
5	RESULTADOS	63
5.1	VOLUME DE DENTINA.....	63
5.2	VOLUME DO CANAL.....	64
5.3	ÁREA DE SUPERFÍCIE DO CANAL.....	64
5.4	SUPERFÍCIE NÃO TOCADA.....	65
5.5	ÍNDICE DE MODELO DE ESTRUTURA (SMI).....	66
5.6	VOLUME DE DEBRIS APÓS O PREPARO.....	70

6	DISCUSSÃO	73
7	CONCLUSÕES	81
	REFERÊNCIAS.....	83
	APÊNDICES.....	89
	ANEXOS	99

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem por finalidade tratar dentes comprometidos por patologias pulpares e periapicais possibilitando ao dente o retorno de sua estética e funções naturais.

Embora o sucesso do tratamento endodôntico dependa de diversos fatores, a limpeza e modelagem dos sistemas de canais radiculares é uma das etapas mais importantes pois, a conformação geométrica apropriada e a sanificação dos sistemas de canais promovem condições favoráveis ao controle da infecção e selamento do espaço endodôntico, colaborando positivamente para o reparo tecidual.

A modelagem do canal é a obtenção de um canal cirúrgico, com um canal com menor diâmetro apical e com maior diâmetro em nível coronário, de modo a manter a forma original do canal radicular, sem deformações.

Vários instrumentos e procedimentos técnicos têm sido introduzidos com o intuito de contornar dificuldades de procedimentos durante a modelagem. Dentre eles, podem ser destacados as limas mecanizadas de níquel-titânio (NiTi) que permitiram uma evolução na modelagem dos canais radiculares. Devido a maior resistência à fratura e flexibilidade desta liga em relação ao aço inoxidável tornou-se possível a elaboração de técnicas rotatórias contínuas, com corte de dentina em movimento circular e com menos desvios, em concordância com a anatomia original do canal.

O preparo dos canais radiculares torna-se muitas vezes um desafio devido à sua complexidade anatômica. Canais com secção transversal oval ou oval longa (distinta da circular) apresentam uma tendência em manter áreas não preparadas e assim contaminadas. A literatura relata diversos estudos que mostram que a instrumentação manual, rotatória contínua e reciprocante deixam nichos intocados em canais com formato ovalado. Essas áreas não tocadas podem abrigar biofilme e servir como uma causa de insucesso do tratamento endodôntico.

Nos últimos anos, as pesquisas têm sido voltadas para o estudo das modificações das propriedades e dos desenhos dos instrumentos mecanizados bem como da cinemática de ação, com o objetivo de aumentar a efetividade dos instrumentos, tendo em vista o melhor preparo de todas as superfícies das paredes do canal radicular e conservação da forma transversal original.

Recentemente, um sistema de preparo inovador, o XP- endo shaper, fabricado a partir da combinação de duas tecnologias avançadas a liga MaxWire e a ponta Booster Tip, foi introduzido ao mercado. Trata-se de um instrumento de modelagem de amplo espectro que sofre mudança de fase a temperatura baixas e que pode ser utilizado para simplificar as diferentes etapas do tratamento endodôntico. Esta liga possui uma superelasticidade, memória de forma e reage a diferentes níveis de temperatura. Ela se expande dentro do canal, ativado pela temperatura corpórea. Com uma conicidade inicial de .01 e diâmetro inicial de #15, o XP-endo Shaper se expande ao ser inserido no canal, podendo proporcionar preparos com conicidade de pelo menos .04 e diâmetro apical de #30 com um único instrumento. A ponta Booster Tip fornece uma geometria única, com seis arestas afiadas na ponta, respeita a trajetória do canal, ao mesmo tempo em que remove mais material a cada movimento.

Esta propriedade de se expandir a temperatura corpórea tenderia a fazê-lo se adaptar melhor as paredes do canal preparando-a mais adequadamente.

Entretanto, estudos na literatura que comprovem essas propriedades positivas da XP-endo Shaper após o seu uso nos canais radiculares ovalados são escassos, tornando-se apropriado avaliar a qualidade do preparo destes novos instrumentos.

Muitas metodologias são utilizadas para analisar qualitativa e quantitativamente o resultado do preparo do canal. Dentre eles, destacam se- moldagem dos canais, métodos radiográficos, estudos de microscopia ótica e de varredura e outros. Contudo, a maioria dessas metodologias esbarra no impedimento do estudo comparativo.

A microtomografia computadorizada (Micro-CT) tem sido usada para avaliar as alterações da geometria do canal radicular, antes e após o preparo endodôntico. Esta técnica não destrutiva é eficiente em realizar uma avaliação qualitativa e quantitativa do sistema de canais radiculares em 3 dimensões.

O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio da Micro-CT, o preparo de canais distais ovais longos de molares inferiores com o sistema XP- endo shaper comparando-o ao preparo com instrumentos do sistema Mtwo, avaliando volume de dentina removida, aumento do volume do canal, aumento da área de superfície do canal, índice de modelo de estrutura (SMI), superfícies não preparadas do canal e volume de debris.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A complexidade do sistema de canais radiculares, evidenciada por diversos estudos anatômicos representa um importante fator limitante da eficiência na limpeza e modelagem adequada e apresenta um certo grau de dificuldade, em particular no terço apical.

A literatura apresenta muitos trabalhos que salientam a dificuldade do preparo de canais ovais longos, mostrando numerosas técnicas e instrumentos endodônticos que objetivam melhorar a qualidade do preparo destes canais com complexidade anatômica. Os avanços tecnológicos e surgimento de novas metodologias como, a microtomografia computadorizada de alta resolução, tornou-se possível realizar avaliações quantitativas e qualitativas do preparo dos canais radiculares.

2.1 COMPLEXIDADE ANATÔMICA DE CANAIS RADICULARES OVAIS

Canais radiculares que apresentam uma secção transversal oval longa representam um desafio durante o tratamento endodôntico devido à dificuldade em preparar todas as suas paredes do canal. Superfícies não tocadas podem abrigar biofilme bacteriano e servir como uma causa de infecção persistente e resultar no insucesso do tratamento endodôntico.

Wu et al. (2000) investigaram os diâmetros de canais no terço apical de dentes humanos para determinar a prevalência e extensão de canais ovais longo. Utilizaram 180 dentes humanos extraídos, 20 para cada grupo dentário, representando cada uma das seguintes posições dentárias: incisivos superiores e caninos, pré-molares e molares, incisivos inferiores e caninos, pré-molares e molares. Cada raiz foi seccionada horizontalmente a 1, 2, 3, 4 e 5 mm do ápice. Os diâmetros dos canais foram medidos com um auxílio de um microscópio. A prevalência de canais ovais longos, ou seja, canais em que o diâmetro máximo do canal era no mínimo duas vezes o menor diâmetro, foi de 25%. Os demais 75% eram canais circulares ou ovais. Geralmente, nos 5 mm do ápice, a ocorrência de canais ovais longos foi maior que

50% em pré-molares superiores, raiz mésio-vestibular de molar superior, incisivos inferiores e raiz mesial de molar inferior com um único canal. Os autores concluíram que canal oval longo é comum nos 5 mm do ápice em dentes humanos, e que representam um desafio pois seriam impossíveis de instrumentar completamente sem perfurar ou enfraquecer significativamente as raízes, e assim chamar atenção para os cuidados que devem ser tomados durante a limpeza, modelagem e obturação desses.

Jou et al. (2004) sugeriram definições e perspectivas nos conceitos e técnicas padrão do tratamento endodôntico. Definiram que em canais relativamente circulares menores e maiores dimensões horizontais iniciais são aproximadamente as mesmas. Em canais ovais, ovais longos ou achatados, a dimensão horizontal inicial máxima pode ser várias vezes maior do que a dimensão inicial mínima em diferentes níveis do canal. Segundo os autores, a razão até 2 vezes um canal oval, a razão entre 2,5 e 4 um canal oval longo e uma razão maior que 4 um canal achatado. Os autores evidenciaram a importância das dimensões horizontais dos canais radiculares, quanto a probabilidade de incompleto preparo do canal diante a canais ovais, ovais longos ou achatados.

Filpo-Perez et al. (2015) avaliaram os aspectos morfológicos da anatomia do canal radicular da raiz distal de um primeiro molar inferior utilizando como análise a microtomografia computadorizada. Cem raízes distais dos primeiros molares inferiores foram escaneadas utilizando microtomografia computadorizada com resolução isotrópica de 19,6 μm . A distribuição de frequência percentual da configuração morfológica do canal radicular foi realizada de acordo com a classificação de Vertucci. Os Parâmetros bidimensionais e a forma da seção transversal do canal radicular foram analisados no terço apical a cada 1 mm de intervalo do forame apical principal em raízes apresentando classificação de Vertucci tipos I e II. Os resultados mostraram que setenta e seis por cento das raízes distais tinham um único canal radicular. Dois, três e quatro canais foram encontrados em 13%, 8% e 3% da amostra, respectivamente. A prevalência de canais ovais foi maior no nível de 1 mm e diminuiu no nível de 5 mm, no qual canais longos ovais e achatados foram mais prevalentes. A conclusão dos autores foi que as raízes distais dos primeiros molares inferiores mostraram alta prevalência de canais radiculares únicos e a prevalência de canais ovais nos últimos 2 mm e canais ovais longos nos níveis de 3, 4 e 5 mm.

2.2 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO PREPARO DE CANAIS RADICULARES: MICROTOMOGRRAFIA COMPUTADORIZADA (Micro-CT)

Diferentes metodologias já foram empregadas no estudo e avaliação do preparo de canais radiculares. A Microtomografia Computadorizada foi introduzida na odontologia por ser uma técnica não destrutiva que permite uma avaliação detalhada do sistema de canais radiculares em três dimensões. Os dados coletados pelos programas do microtomógrafo permitem realizar comparações futuras de qualquer área de interesse do canal radicular antes e após a instrumentação.

Tachibana e Matsumoto (1990) investigaram a aplicabilidade da tomografia computadorizada de raios X na endodontia. Eles analisaram a anatomia de dentes superiores e inferiores em adultos, assim como a relação dos dentes com os tecidos periodontais, através de imagens obtidas pelo aparelho SCT-2500T. Além disso, a tomografia computadorizada possibilitou determinar a largura vestibulo-lingual e méso-distal dos dentes e a presença ou ausência de material obturador. Os autores concluíram que análise de imagens tridimensionais foi interessante, mas observações detalhadas não puderam ser feitas com essa técnica, principalmente na presença de objetos metálicos escaneados. Além do alto custo do equipamento e alta dose de radiação.

Nielsen et al. (1995) avaliaram a importância da micro-CT na pesquisa endodôntica. Quatro primeiros molares superiores, periodontalmente envolvidos foram extraídos e depois escaneados para avaliação por um microtomógrafo. Os dentes foram então instrumentados e 2 dos 4 obturados antes de serem digitalizados para avaliação comparativa. Os autores destacaram alguns recursos deste método como, a capacidade de apresentar com precisão as morfologias externa e interna do dente sem destruição do mesmo, avaliar mudanças nas áreas de superfície e volume após instrumentação ou obturação do canal radicular e transporte do canal radicular após o preparo. Relataram ainda, o enorme potencial dessa ferramenta científica na pesquisa endodônticas.

Bjørndal et al. (1999) realizaram uma análise qualitativa da relação entre a anatomia externa e interna do canal radicular de molares superiores permanentes, usando a microtomografia computadorizada. Os autores destacaram a importância dessa ferramenta devido à enorme concordância entre o número, posição e secção

transversal de canal radiculares, e entre a anatomia dos canais e a raiz. Os autores recomendam que a microtomografia computadorizada seja empregada no treinamento pré-clínico na endodontia.

Rhodes et al. (1999) usaram a Micro-CT como método de produção de imagem verdadeira em 3D de pequenas amostras. Um protótipo de unidade Micro-CT foi adaptado para imagens de dentes com o objetivo de examinar se esta poderia quantificar a instrumentação dos canais radiculares. Dez primeiro molar inferiores foram escaneados antes e após a instrumentação utilizando o Micro-CT. As raízes foram então seccionadas em cinco níveis horizontais pré-determinados. As imagens foram digitalizadas e comparadas em relação as áreas externas e internas do canal radicular. Os autores concluíram que o Micro-CT é uma técnica reproduzível para a avaliação tridimensional e não invasiva dos sistemas de canais radiculares e pode ser aplicada quantitativa e qualitativamente.

Peters et al. (2000) analisaram o potencial e a precisão da técnica tridimensional não destrutiva (Micro-CT) para o detalhamento da geometria do canal radicular. Analisaram a anatomia radicular de doze molares superiores humanos extraídos por Micro-CT em uma resolução de 34 μm . Um dispositivo de montagem especial facilitou o reposicionamento preciso e repetido dos dentes no Micro-CT. Áreas de superfície e volumes de cada canal foram calculados por triangulação. Os autores concluíram que a geometria do canal radicular foi avaliada com exatidão por essa técnica inovadora, logo, variáveis e índices apresentados podem servir como base para análises da anatomia do canal radicular em estudos futuros.

Swain e Xue (2009), realizaram uma revisão de literatura e destacaram os recentes avanços da Micro-CT aplicada à pesquisa odontológica, analisando suas aplicações na mensuração da espessura do esmalte, morfologia do canal radicular, avaliação do preparo do canal radicular, estrutura esquelética craniofacial, engenharia de tecidos dentários, densidade mineral de tecidos duros e sobre implantes dentários. Os autores salientaram que essa técnica fornece imagens de alta resolução, sendo uma ferramenta importante para análise quantitativa e qualitativa em estudos em vivo e ex vivo.

Freire et al. (2012) compararam cortes transversais e microtomografia computadorizada (Micro-CT) como metodologia na avaliação de transporte apical em canais curvos. Trinta molares inferiores curvos foram divididos em dois grupos e instrumentados com dois sistemas rotatórios, o Twisted File (TF) e EndoSequence

(ES). Os desvios foram analisados em 2,0, 3,5 e 5,0 mm do ápice anatômico. Os resultados mostraram que os instrumentos TF e ES produziram pequeno desvio do centro do canal radicular, sem diferença estatística entre eles. A conclusão dos autores foi que a Micro-CT foi superior para essa análise, principalmente pela sua capacidade de preservar os espécimes e fornecer resultados mais próximos a realidade clínica.

Junaid et al. (2014) compararam o transporte apical em canais radiculares curvos ao instrumentar com WaveOne e Twisted Files em um estudo com microtomografia computadorizada. Quarenta canais mesiais de molares inferiores foram alocados uniformemente em dois grupos (n = 20) com comprimento médio do canal de 17 mm e curvatura média de 20 °. Os canais foram acessados de maneira convencional e a instrumentação foi concluída com a lima WaveOne ou uma série de TFs. Os canais foram instrumentados de acordo com o protocolo dos fabricantes. O transporte apical foi avaliado em uma comparação microtomográfica pré e pós-instrumentação em seções de 1, 2, 3, 4 e 5 mm. Os resultados sugerem que não existe diferença entre o sistema WaveOne e o sistema TF ao considerar o transporte apical em canais curvos. Os autores destacaram que a tecnologia de Micro-CT melhorou muito os detalhes e a facilidade de avaliação. Os dados de alta resolução obtidos através desta modalidade de imagem, juntamente com a capacidade de combinar e comparar precisamente a mesma fatia pré e pós-instrumentação, proporcionam uma abordagem altamente precisa para a avaliação do transporte apical.

De-Deus et al. (2014) apresentaram uma descrição passo-a-passo de um novo método usado para reconhecer longitudinalmente, medir e mapear tridimensionalmente o acúmulo de detritos de tecido duro dentro do canal radicular após preparo químico cirurgico usando software livre para imagem, processamento e análise. Foram selecionados três molares inferiores apresentando a raiz mesial com grande largura do istmo e configuração do canal de Vertucci tipo II foram selecionados e escaneados. Os espécimes foram atribuídos a 1 de 3 abordagens experimentais: (1) 5,25% de hipoclorito de sódio + 17% de EDTA, (2) água bidestilada e (3) sem irrigação. Após o preparo do canal radicular, foram realizadas varreduras de alta resolução dos dentes para obter um esboço geral da anatomia do canal, usando um microtomógrafo (SkyScan 1172; Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), e pacotes de software livre foram usados para registrar e quantificar a quantidade de detritos de

tecido duro acumulado no espaço do canal ou nas áreas do istmo. Os resultados mostraram que o preparo do canal sem irrigação resultou em 34,6% de seu volume preenchido com restos de tecido duro, enquanto o uso de água bidestilada ou NaOCl seguido de EDTA mostrou uma redução no percentual de volume de detritos para 16% e 11,3%, respectivamente. A conclusão dos autores foi que apesar da longa curva de aprendizado necessária para lidar com essas novas tecnologias de imagem, o pacote de software gratuito Seg 3DV.2.1.2 usado para reconstrução, registro e análise de imagens no presente estudo mostrou-se promissor para a aplicação na pesquisa endodôntica contemporânea.

Freire et al. (2015) comparam a eficácia da irrigação ultrassônica passiva (PUI) e do sistema EndoVac (EV) na remoção de debris de tecidos duros e sua influência na qualidade da obturação com o auxílio da microtomografia computadorizada. Foram selecionados vinte e quatro primeiros e segundos molares inferiores humanos que mostraram uma câmara pulpar intacta, raízes mesiais com um ápice totalmente formado e uma curvatura de 25 ° a 35 ° de acordo com a técnica de Schneider. Cada espécime foi submetido a um escaneamento no microtomógrafo SkyScan 1176 com resolução de 17,42 µm, antes e após a instrumentação, após a irrigação final e após a obturação. Para melhorar o reposicionamento das amostras durante a aquisição da imagem, os dentes foram encaixados individualmente em material de impressão de alta precisão. Os Canais mesiais foram preparados usando instrumentos R25 Reciproc e divididos em 2 grupos de acordo com o método final de irrigação: o grupo PUI (n = 12) e o grupo EV (n = 12). Todos os espécimes foram obturados com a técnica de onda contínua de condensação. As imagens gravadas foram processadas com o software CTAn v.1.14.4 para calcular parâmetros quantitativos e construir modelos 3D. Os resultados mostraram que o uso de PUI ou do sistema EV para a ativação do irrigante levou a uma redução de 55,55% e 53,65% na porcentagem de volume de detritos, respectivamente. Além disso, não houve diferença entre os grupos em relação ao volume de material obturador. Os autores chegaram a conclusão que o PUI e o sistema EV foram igualmente eficientes na remoção de restos de tecido duro e a qualidade da obturação do canal radicular foi semelhante nos dois grupos, sem influência do método de irrigação.

Peters et al.(2015) utilizaram imagens de micro-CT para testar os efeitos do TRUShape e Vortex no preparo de molares inferiores. Foram selecionados vinte molares inferiores com canais mesiais independentes e foram submetidos a micro-CT

pré e pós-operatória. Os espécimes foram alocados aleatoriamente em 2 grupos e as seguintes variáveis foram analisadas: menor espessura de parede radicular, volume dentinário, superfície tratada do canal, transporte de canal e acúmulo de debris. Os resultados mostraram que ambos os instrumentos promoveram o preparo sem erros processuais evidentes. O grupo Vortex removeu significativamente mais dentina. O grupo TRUShape preservou mais dentina radicular em direção a furca. Não houve diferença significativa entre os sistemas em relação a área não tratada, portanto, nos dois grupos, a área tratada aumentou quando o diâmetro da lima final aumento #20 para #30. Os resultados gerais do transporte foram significativamente menores para TRUShape. Os autores concluíram que a TRUShape resultou na conservação da dentina radicular e com o mínimo de transporte do canal. Porém, o uso do TRUShape nos canais mesiais dos molares inferiores não resultou em menor superfície do canal não preparada.

Jardine et al. (2016) compararam o transporte apical e a razão de centralização através da microtomografia computadorizada. O tempo de trabalho também foi avaliado durante o preparo do canal radicular e descreveram a deformação e a fratura destes instrumentos com microscopia eletrônica de varredura. Trinta e seis raízes mesiovestibulares de molares superiores foram escaneadas com microtomografia computadorizada e depois classificadas em três grupos de acordo com o instrumento utilizado: Wizard Navigator (WN), WaveOne (WO) ou ProTaper Universal (PT). Com os resultados os autores concluíram que os sistemas WN, WO e PT tiveram uma taxa de centralização similar em canais curvos, sem erros processuais significativos e mudanças estruturais na superfície da lima após a instrumentação do canal radicular. No entanto, o WO produziu uma quantidade maior de transporte do canal em direção à furca no início do terço apical (5 mm do forame apical), mas o preparo do canal radicular foi concluído mais rapidamente que os sistemas WN e PT.

Fernandes (2017) avaliou por meio da microtomografia computadorizada o preparo de canais mesiais de molares inferiores com o sistema XP- endo Shaper, comparando ao sistema Reciproc, quanto ao volume de debris dentinários, área de paredes não tocadas, dentina excisada, aumento do volume e superfície do canal e desvio do canal original no terço apical. Com base nos resultados a autora concluiu que as técnicas de preparo avaliadas se comportaram de maneira semelhante quanto ao aumento de volume e superfície do canal, volume de dentina removida e desvio apical. Em contrapartida, o sistema XP-endo Shaper, por possuir cinemática rotatória

excêntrica, conseguiu tocar maior quantidade de paredes e eliminar maior volume percentual de debris acumulados em relação ao sistema de cinemática recíprocante cêntrica.

Belladonna et al (2018) avaliaram os resultados de preparo do canal radicular obtidos pelo instrumento Reciproc Blue utilizando a microtomografia computadorizada. Foram selecionados sete pares de raízes mesiais de molares inferiores com características anatômicas semelhantes (comprimento, volume e área de superfície) foram selecionadas após os procedimentos de escaneamento e atribuídas a 1 dos 2 grupos de acordo com o instrumento utilizado, Reciproc e Reciproc Blue. Após a instrumentação do canal, os espécimes foram escaneados, e os conjuntos de dados pré e pós-operatórios registrados foram examinados para avaliar as porcentagens de dentina removida, paredes não tocadas e grau de transporte do canal. Os resultados mostraram que os canais radiculares preparados com Reciproc ou Reciproc Blue apresentaram propriedades similares sem diferenças significativas nos parâmetros testados.

2.3 TÉCNICAS DE PREPARO DE CANAIS RADICULARES OVAIS

Com o objetivo de se realizar o preparo do canal radicular de forma cada vez mais eficiente, desenvolveram-se novos conceitos de instrumentação do canal radicular que foram sugeridos por diversos autores. O desenvolvimento de sistemas que usam liga de NiTi proporcionou inúmeras mudanças na técnica de preparo dos canais radiculares.

Peteres et al. (2001) compararam os efeitos de quatro técnicas de preparo no volume e área de superfície das paredes do canal usando reconstrução tridimensional dos canais radiculares de molares superiores humanos extraídos. A microtomografia computadorizada foi utilizada para descrever parâmetros morfométricos relacionados com as quatro técnicas de preparo. Os espécimes foram escaneados antes e depois que os canais foram preparados usando os instrumentos limas manuais tipo K, Lightspeed, ProFile .04 e limas GT. Dentro das limitações do sistema de Micro-CT, houve poucas diferenças entre as quatro técnicas de preparo. Por outro lado, a anatomia do canal teve uma forte influência. Os autores concluíram que mais estudos com técnicas

3D são necessários para entender completamente os aspectos biomecânicos dos preparos dos canais radiculares.

Weiger et al. (2002) analisaram a eficiência da instrumentação manual e rotatória na modelagem de canais radiculares ovais. Foram utilizados 75 dentes com canais ovais (45 canais distais de molares inferiores e 30 canais de incisivos inferiores) e divididos igualmente em três grupos: instrumentação rotatória com LightSpeed, instrumentação manual com Hedstrom e instrumentação rotatória com Hero. Os dentes foram seccionados em dois níveis no terço médio da raiz e uma técnica de montagem permitiu comparar a silhueta do canal antes e após a instrumentação. As secções radiculares foram fotografadas, sobrepostas e traçadas sob estereoscópio. A razão silhueta preparada/não preparada foi calculada para cada secção. Os autores concluíram que nenhuma técnica de instrumentação foi capaz de preparar completamente as paredes dentinárias de canais ovais. Os menores valores observados foram para o grupo LightSpeed (média: 0,42) e os maiores valores para o grupo Hero (média: 0,58).

Rödig et al. (2002) compararam a preparo do canal distal de molares inferiores utilizando três diferentes instrumentos de níquel-titânio (NiTi): Lightspeed, ProFile .04 e Quantec. Foram selecionados três grupos de 20 molares extraídos que apresentavam a distância vestibulo-lingual pelo menos duas vezes maior que a distância méso-distal. Cada dente foi embutido em resina de acordo com o método de Bramante modificado (Bramante et al. 1987; Hülsmann et al. 1999), seccionado a 3, 6 e 9 mm do ápice e as secções transversais fotografadas. Após remontagem dos dentes, estes foram preparados com os instrumentos citados e terminado o preparo, novas fotografias das secções transversais dos canais distais foram realizadas. Foram avaliados os seguintes parâmetros: comparação das fotografias pré e pós-operatórias quanto às extensões vestibular e lingual do preparo, questões de segurança (fraturas dos instrumentos, perfurações, perda de comprimento de trabalho), habilidade de limpeza e tempo de trabalho. Os resultados mostraram extensões vestibulares ou linguais não instrumentadas ou incompletamente instrumentadas (Lightspeed e Quantec SC, 56,7%; ProFile 0,04, 55%). A flexibilidade dos instrumentos de NiTi investigados neste estudo não permitiu o preparo controlado das extensões vestibular e lingual dos canais radiculares ovais. Os instrumentos frequentemente produziam uma dilatação circular no canal, enquanto as extensões vestibular e lingual permanecem não preparadas.

Wu et al. (2003) avaliaram a capacidade de duas técnicas de instrumentação manual em remover a camada interna da dentina em canais ovais. Foram selecionados trinta incisivos inferiores com um único canal oval e divididos em dois grupos iguais de acordo com cada técnica. Uma modificação do molde de mufla na técnica de Bramante foi utilizada para examinar o canal radicular antes e depois da instrumentação a um nível de 5 mm do ápice. As duas imagens da seção transversal da raiz antes e depois da instrumentação foram sobrepostas umas às outras. Os resultados demonstraram que a técnica das forças balanceadas removeu da camada interna da dentina do canal radicular 38,6% e a técnica circunferência 57,7%. Porém, a diferença não foi estatisticamente significativa. A conclusão deste estudo foi que em canais ovais as duas técnicas deixaram grandes porções da parede do canal não instrumentadas.

Rüttermann et al. (2007) avaliaram o preparo químico cirúrgico de canais radiculares ovalados, realizado com sistema de rotação contínua ou de rotação alternada. Foram utilizados 55 pré-molares superiores e incisivos inferiores por apresentarem a razão da distância VL e MD ≥ 2 . Após a verificação da patência dos canais radiculares e remoção da porção coronária dos dentes, as raízes dentárias foram inseridas em modelos de resina acrílica, condicionadas em sistema de mufla e seccionadas horizontalmente à distância de 4-5 mm e 8-10 mm do ápice. Cada seção foi fotografada, antes e após o preparo biomecânico, com auxílio de microscópio óptico as imagens obtidas sobrepostas para identificação e acesso das regiões não tratada. O grupo I foi instrumentado com o sistema rotatório FlexMaster, tendo como último instrumento o #25/0,04 ou #20/0,04 em função do diâmetro inicial dos canais radiculares. O grupo II foi preparado com o sistema oscilatório Endo EZE, utilizando os instrumentos específicos do sistema e cinemática semelhante à empregada no grupo I. A partir da sobreposição das imagens obtidas, foram analisados em software os parâmetros de centralização do canal radicular e de áreas não preparadas após a instrumentação. Os resultados mostraram poucos preparos produziram um excelente resultado, sem deixar nenhuma parede de canal não instrumentada. Os autores concluíram que os sistemas FlexMaster e Endo EZE não foram capazes de preparar completamente os canais radiculares ovais.

Elayouti et al. (2008) estudaram a eficiência de instrumentos rotatórios com grande diâmetro no preparo de canais radiculares ovais. Foram selecionadas noventa raízes com canais radiculares ovais. O terço médio foi seccionado em dois níveis e

fotografado. Os diâmetros máximos e mínimos de cada canal foram determinados e os dentes distribuídos em dois sistemas rotatórios (Mtwo e ProTaper) e um sistema manual (limas manuais de NiTi) e preparados de acordo com cada instrumento avaliado. Fotografias pré e pós instrumentação foram traçadas e sobrepostas, a espessura da dentina removida foi medida e a razão da superfície do canal preparado foi calculada. Os resultados demonstraram que não teve nenhuma diferença significativa entre os grupos Mtwo e ProTaper, mas ambos foram superiores em relação às limas manuais de NiTi. Em 20% das raízes do grupo Mtwo e em 27% do grupo ProTaper, a espessura mínima de dentina removida foi menor que 0,5 mm. Em contraste com o diâmetro máximo do canal radicular, o diâmetro mínimo influenciou a qualidade do preparo. A conclusão dos autores foi que nenhuma técnica de instrumentação foi capaz de preparar o contorno oval dos canais radiculares. Entretanto, os instrumentos ProTaper e Mtwo foram mais eficientes que as limas manuais de NiTi, mas isso foi, em alguns casos, se deu às expensas da espessura remanescente da parede dentinária.

Paqué et al. (2009) investigaram a geometria do canal após o preparo apical do canal radicular avaliada por microtomografia computadorizada. Foram selecionados sessenta molares superiores extraídos, já utilizados em estudos anteriores, foram reavaliados para análises nos 4 mm apicais. Os espécimes foram escaneadas por meio da Micro-CT antes e após a modelagem do canal com FlexMaster, GT, Lightspeed, ProFile, ProTaper e limas manuais tipo K. O preparo apical foi realizado até o tamanho #40 nos canais vestibulares e # 45 nos canais palatinos, exceto no sistema GT (término realizado com # 20) e ProTaper (# 25 e # 30, respectivamente). Os resultados mostraram que todos os canais ficaram ligeiramente mais arredondados nos 4 mm apicais após a preparo. As áreas não preparadas variaram de 4% a 100% e se mostraram maiores nos canais méso-vestibulares e palatinos. O preparo com o sistema GT deixou significativamente maior área não preparada em todos os tipos de canal ($p < 0,05$). A conclusão desse estudo menciona que geometria do apical do canal foi afetada diferentemente pelas seis técnicas de preparo.

Taha et al. (2010) compararam três técnicas de preparo de canais radiculares de formato oval: instrumentos manuais (limas tipo Hedstrom), o sistema rotatório EndoWave de NiTi e o AET. Foram utilizados três grupos de 13 pré-molares inferiores humanos extraídos com canais ovais. Após o preparo do canal, os dentes foram

seccionados em três níveis (cervical, médio e apical), fotografados para avaliar a forma do canal transversal e processados para avaliação histológica do aplainamento da parede do canal e a presença de detritos. Os resultados relataram que nenhuma das técnicas resultou em canais completamente preparados e limpos. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as três técnicas em relação à superfície intocada, área da secção transversal e formato do canal radicular em todos os três níveis. Os instrumentos rotatórios EndoWave resultaram em menos detritos no terço apical em comparação com o AET e instrumentação manual. Tanto os instrumentos manuais, quanto o AET desempenharam um preparo significativamente melhor no terço médio considerando-se superfícies não tocadas ($p = 0,012$ e $p = 0,039$, respectivamente).

Paqué et al. (2010) analisaram as áreas superficiais preparadas de canais ovais em raízes distais de molares inferiores usando quatro diferentes técnicas de instrumentação. Os dentes foram escaneados e reconstruídos por meio de microtomografia computadorizada. Quarenta e oito molares com canais distais em forma oval foram selecionados e distribuídos aleatoriamente em quatro grupos. Canais distais ($n = 12$ cada) foram preparados da seguinte forma: Grupo H/CF – limas tipo Hedstrom até #40, Grupo PT/1 – limas rotatórias ProTaper até F4, único canal; Grupo PT/2 - limas rotatórias ProTaper até F4, dois canais; Grupo PT/CF - limas rotatórias ProTaper até F4, movimento circunferencial. Antes e depois da modelagem, os dentes foram escaneados usando o microtomógrafo na resolução de $34 \mu\text{m}$. A porcentagem de superfície preparada foi avaliada para o comprimento total do canal e os 4 mm apicais. Após o preparo, o grupo PT/1 mostrou maior porcentagem de superfícies não tratadas do que os grupos PT/2 e PT/CF. Entre os grupos, a quantidade de superfícies tratadas foi similar nos últimos 4 mm do ápice. Os autores verificaram que os preparos de canais radiculares de forma oval em molares inferiores deixaram uma porção variável da área superficial intocadas independentemente da técnica de instrumentação utilizada.

Hilaly Eid e Wanees Amim (2011) compararam a capacidade de modelagem de limas manuais H, sistema rotatório ProTaper e reciprocante SafeSiders em canais radiculares ovais longos. As raízes de 45 pré-molares humanos foram seccionadas em 2 níveis no terço médio e remontadas usando um molde de metal, os dentes foram escaneados com uma resolução isotrópica de $40 \mu\text{m}$. As imagens transversais pré e pós-instrumentação foram sobrepostas e avaliadas. As proporções da parede do

canal tocado e do contorno do canal com mais de 200 μm de remoção da dentina para o perímetro do canal original também foram calculadas. Os resultados mostraram que relação do contorno do canal tocado foi maior nas limas manuais H, comparado com o ProTaper e SafeSiders, as limas H registraram a maior taxa de contorno do canal com mais de 200 μm de remoção da espessura da dentina. A preparo do canal com o SAF levou a ampliação do canal sem evidência de erros de preparo. Os autores concluíram que nenhuma das 3 técnicas de instrumentação preparou completamente o canal radicular ovalado. A instrumentação manual e rotatória de NiTi podem ter um desempenho melhor do que a instrumentação alternativa do SafeSider na formação de canais ovais.

O estudo de Paqué e Peters (2011) avaliaram o potencial de modelagem de um novo instrumento de níquel-titânio, a lima SAF. Vinte molares inferiores com canais ovais longos foram selecionados e escaneados por um microtomógrafo com resolução de 20 μm . Após o preparo com o instrumento SAF, foram escaneados novamente e imagens reconstruídas tridimensionalmente. Foi realizada a avaliação quanto ao volume, área de superfície, transporte do canal e superfície preparada. Os resultados mostraram que as áreas preparadas com a SAF foram significativamente maiores quando comparadas aos preparos com instrumentos rotatórios realizados em estudos anteriores. O transporte de canal foi maior ao nível do terço coronário. Os autores concluíram que preparo de canais ovais longos em molares inferiores com a Self-Adjusting File foi eficaz e segura.

Versiani et al. (2013) testaram a hipótese nula de que não há diferença significativa no preparo de canais radiculares ovais usando sistemas de lima única ou múltipla. Setenta e dois caninos inferiores de raiz única foram pareados com base em dimensões morfológicas semelhantes do canal radicular obtidos em uma avaliação com microtomografia computadorizada e atribuídos a 1 de 4 grupos experimentais (n = 18) de acordo com a técnica de preparação, os sistemas Self-Adjusting File, WaveOne, Reciproc e ProTaper Universal. Cada espécime foi submetido a um escaneamento com um aparelho de microtomógrafo (SkyScan 1176; Bruker microCT, Kontich, Bélgica) com tamanho de voxel de 17,42 μm antes e após a instrumentação, após a irrigação final e após a obturação. Os resultados mostraram que no pré-operatório, as secções transversais do canal apresentavam-se significativamente mais planas e irregularmente afiladas. Após o preparo, o contorno dos canais foi maior e mostrou uma conicidade suave em todos os grupos experimentais. O SAF resultou

em uma remoção mais uniforme da dentina ao longo do perímetro dos canais do que a instrumentação rotatória ou recíproca. Dentro das limitações deste estudo *ex vivo*, os autores concluíram que a hipótese nula de que não há diferença entre sistemas de lima única e múltiplo na preparação de canais ovais de dentes caninos inferiores tem que ser rejeitada. Os sistemas ProTaper Universal e WaveOne apresentaram as maiores alterações dos parâmetros geométricos básicos analisados (área, perímetro, arredondamento, diâmetro maior, diâmetro menor, volume, área superficial, índice do modelo de estrutura) em comparação com os sistemas Reciproc e SAF. No entanto, todos os sistemas tiveram um desempenho semelhante em termos da quantidade de paredes dentinárias preparadas. Nenhuma técnica foi capaz de preparar completamente os canais radiculares.

Ruckman et al. (2013) compararam a capacidade de descontaminação de canais ovais longos pela SAF, instrumentação rotatória ProFile (PF) e instrumento manual tipo K. Foram usados trinta dentes humanos e os canais preenchidos com meio de contraste radiopaco (Vitapex). Os espécimes foram instrumentados pelos sistemas SAF, ProFile e limas manuais com 20 mL de solução salina. Radiografias pré e pós-operatórias foram realizadas e submetidas à subtração digital, e a porcentagem de redução do contraste foi quantificada em 0-5 mm e > 5-10 mm do ápice. Os valores foram comparados usando análise de variância unidirecional e testes t não pareados. Os autores concluíram que todas as três técnicas removeram o meio de contraste igualmente bem do segmento de 0 -5 mm de canais ovais longos. Porém, a SAF teve um desempenho significativamente melhor que o instrumento manual no segmento 5 -10 mm.

Busquim et al. (2015) avaliaram, *ex vivo*, o preparo de canais ovais longos de molares inferiores com o sistema Reciproc comparando-o ao preparo com instrumentos do sistema Biorace, por meio da microtomografia computadorizada (Micro-CT). Raízes distais de trinta molares inferiores com ápices completos e um único canal distal com uma curvatura abaixo de 20 °, conforme determinado pelo método de Schneider (Schneider 1971) foram selecionados e divididos aleatoriamente em dois grupos: G1 – Reciproc R40 e G2 – Biorace. Os dentes foram escaneados por um microtomógrafo (SkyScan 1172; Bruker-microCT, Bruker, Aartselaar, Bélgica) resolução isotrópica de 11,88 µm antes e após o preparo dos canais radiculares. Os resultados mostraram que o sistema Reciproc deixou significativamente mais áreas intocadas nos terços cervical e médio em comparação com o BioRaCe (8,14% e

11,35%). O sistema Reciproc teve o maior aumento no volume de todo o canal e do terço apical. A conclusão foi que nenhum sistema conseguiu preparar completamente o canal oval longo. O sistema Reciproc removeu mais estrutura dentária e o BioRaCe deixou menos paredes dentinárias intocadas nos terços mais corais do canal, enquanto o Reciproc deixou menos no terço apical.

Coelho et al. (2016) analisaram o desempenho dos sistemas Wave One, Easy ProDesign Logic e One Shape no preparo de canais radiculares ovais longos. Para seleção das amostras, todos os dentes foram digitalizados com tomografia computadorizada de feixe cônico totalizando 42 dentes com canais ovais e longos. Uma lima do tipo K10 foi utilizada e nenhuma resistência foi encontrada. Os espécimes foram armazenados em solução de timol a 0,1% a 4 ° C. Após a seleção da amostra, as coroas foram seccionadas e o comprimento do canal radicular foi padronizado em 12 mm. Os espécimes foram montados em um dispositivo personalizado para obter varreduras pré e pós-preparação de maneira padronizada e os espécimes foram randomizados nos três grupos experimentais: Grupo I, Wave One primary (#25.08); Grupo II, Easy ProDesign Logic (#25.06) e Grupo III, One Shape (#25.06). Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa no volume total do canal radicular entre Wave One primary e Easy ProDesign Logic. A média do percentual de área instrumentada do canal no terço médio foi 76,9% no grupo Wave One primary, 62,3% no grupo Easy ProDesign Logic e 71,8% no grupo One Shape ($p>0,05$). O sistema One Shape teve a correlação mais forte entre o aumento de volume e área instrumentada ($R=0,63$). Os autores concluíram que todos os três sistemas foram seguros no preparo canais radiculares ovais. O sistema Wave One primary foi mais eficiente no aumento do volume de canal, porém, isso não afetou as áreas instrumentadas. O sistema One Shape teve a correlação mais forte entre o aumento de volume e área instrumentada, enquanto o sistema Easy ProDesign Logic foi o mais rápido.

Azim et al. (2017) investigaram a capacidade de modelagem da XP- endo Shaper e compararam os achados com a Vortex Blue usando microtomografia computadorizada. Foram extraídos e coletados cinquenta e oito incisivos inferiores humanos para este estudo. Todos os dentes foram examinados usando radiografias periapicais seguidas por tomografia computadorizada de feixe cônico. Vinte incisivos centrais com canais ovais tipo I de comprimento e diâmetro apical semelhantes foram selecionados para este estudo. Os dentes foram então aleatoriamente designados

para um dos grupos de instrumentação, Vortex Blue ou XP Shaper. Após o escanemamento dos espécimes com um microtomógrafo em uma resolução de em resolução de 25 µm a avaliação confirmou uma distribuição normal das amostras entre os grupos quanto ao diâmetro apical, comprimento, volume e superfície do espaço do canal radicular. O percentual de paredes intocadas, mudanças no volume do canal e área de superfície, a quantidade de dentina removida, detritos remanescentes no canal, e a redução da preparação foram determinados. As fatias transversais foram então divididas em terços apical, médio e cervical. Os canais pré e pós-binarizados foram sobrepostos para calcular as superfícies não tocadas, o volume de detritos e a quantidade de dentina removida. Os resultados evidenciaram que XP Shaper aumentou significativamente o volume do canal, área de superfície e quantidade de dentina removida e teve significativamente paredes menos intocadas em comparação com Vortex Blue. Havia menos detritos em todos os níveis do canal no grupo XP Shaper. Os resultados foram quase significativos. O XP- endo Shaper foi significativamente mais rápido em completar a preparação mecânica do espaço do canal radicular em quase 1 minuto. Os autores concluíram que a XP-endo Shaper pode se expandir para além do tamanho do seu núcleo para se adaptar à anatomia do espaço do canal radicular. O Shaper XP pode preparar e tocar mais paredes do canal em canais ovais em comparação com o Vortex Blue. Entretanto, a redução final do preparo varia de acordo com a anatomia do dente tratado.

Lacerda et al. (2017) averiguaram a limpeza e modelagem de canais ovais com três sistemas de instrumentação. Uma correlação entre um estudo microtomográfico e histológico. Foram utilizados trinta e três molares inferiores humanos vitais recém-extraídos por razões não relacionadas a este estudo. Imediatamente após a extração, os dentes foram armazenados em formalina neutra tamponada a 10%. A vitalidade da polpa foi confirmada pela presença de tecido mole volumoso na câmara pulpar após o preparo de cirurgia de acesso e posteriormente pela análise histológica. Os critérios de inclusão consideraram apenas as raízes distais com um canal único ovalado 3 mm abaixo do ápice, com projeções radiográficas vestibulares e mesiodistais. As cavidades de acesso convencional foram preparadas e as duas raízes foram separadas. As raízes distais foram submetidas a exame pré-operatório usando a microtomografia computadorizada. As raízes mesiais foram armazenadas em formalina tamponada neutra a 10% e usadas como controles. Os espécimes foram pareados por semelhanças anatômicas e distribuídas em 3 grupos experimentais de

acordo com o sistema de instrumentos a ser avaliado: Self-Adjusting File, TRUShape e XP- endo Shaper. O irrigante usado foi o hipoclorito de sódio a 5,25% aquecido a 37 ° C. Após o preparo a nova varredura com imagens de microtomografia computadorizada foi realizada. As áreas de superfície não preparadas foram identificadas, medidas e, então, avaliadas histologicamente quanto à quantidade de restos de polpa em cada terço da raiz. Os autores afirmaram que não houve diferença significativa na quantidade de áreas de superfície não preparadas entre os 3 sistemas, exceto pela comparação entre o SAF e o XP-endo Shaper no segmento apical de 4 mm. Nenhum deles foi capaz de preparar 100% das paredes do canal radicular. A capacidade de limpeza dos três sistemas foi semelhante.

Guimarães et al. (2017) utilizaram a microtomografia computadorizada e compararam os sistemas TRUShape e Reciproc na qualidade de preparo de canais ovais. Treze pares de pré-molares inferiores com um único canal ovalado foram selecionados e escaneados pré e pós o preparo. O tamanho apical final da instrumentação foi de 40 / .06 para ambos os sistemas. Não houve diferença significativa entre os dois sistemas em relação ao aumento do volume do canal. Quando o comprimento total do canal foi avaliado, a quantidade de áreas não instrumentadas foi significativamente maior para o Reciproc (30%) do que para o TRUShape (24%) Ambos os sistemas se comportaram de forma semelhante na promoção do aumento do volume do canal radicular e da área de superfície. Nenhuma das técnicas pode preparar completamente canais radiculares ovais.

Versiani et al. (2018) avaliaram a capacidade de modelagem dos sistemas XP-endo Shaper, iRaCe e EdgeFile, usando microtomografia computadorizada (μ CT). Trinta canais ovais longos de incisivos inferiores foram combinados anatomicamente usando microtomografia computadorizada (SkyScan 1174v.2; Bruker microCT, Kontich, Bélgica) em uma resolução isotrópica de 26.7 μ m. Os parâmetros do scanner foram definidos em 50 kV, 800 μ A, rotação de 180 ° em torno do eixo vertical e distribuídos em 3 grupos (n = 10) de acordo com o protocolo de preparo do canal (Sistemas Shaper, iRaCe e EdgeFile). A irrigação foi realizada durante todo o procedimento de preparo com um total de 18 mL de uma solução pré-aquecido de hipoclorito de sódio a 2,5% (38 ° C \pm 1 ° C), com um suave movimento de entrada e saída fornecida com uma agulha NaviTip 30-G. Em seguida, os canais foram irrigados com 3 mL de EDTA a 17% (5 minutos), 3 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% (5 minutos) e 2 mL de água destilada (1 minuto) e secos com pontas de papel. As raízes foram

então submetidas a uma varredura pós-operatória e reconstrução. As imagens registradas, antes e após o preparo, foram avaliadas quanto a medidas morfométricas do volume, área de superfície, índice de modelo de estrutura, paredes não tocadas, área, perímetro, arredondamento e diâmetro. Os resultados apontaram que a XP-endo Shaper alterou significativamente a geometria geral do canal radicular para uma forma mais cônica (SMI = 2,59) quando comparado com os outros grupos. Após os protocolos de preparo, mudanças na área, perímetro, arredondamento e diâmetros menor e maior dos canais radiculares nos 5 mm do ápice radicular não mostraram diferença entre os grupos. Os autores concluíram que os sistemas XP-endo Shaper, iRaCe e EdgeFile mostraram uma capacidade de modelagem semelhante. Apesar do XP-endo Shaper ter alterado significativamente a geometria geral do canal radicular para uma forma mais cônica, nenhuma técnica foi capaz de preparar completamente os longos canais ovais dos incisivos inferiores.

Zuolo et al. (2018) compararam a capacidade de modelagem de quatro sistemas de instrumentação de canais radiculares em canais ovais utilizando análise com microtomografia computadorizada. Foram distribuídos quarenta incisivos inferiores com configuração de canal semelhante e digitalizado em uma resolução de 14,25 μm . As amostras foram distribuídas em quatro grupos ($n = 10$), com base em características morfológicas semelhantes do canal (comprimento, volume, área de superfície e índice de modelo de estrutura), e de acordo com o protocolo de preparo do canal: sistemas BioRace, Reciproc, Self-Adjusting File (SAF) e TRUShape. Em todos os grupos, o tempo total de preparo foi de 4 min. A irrigação foi realizada com uma agulha NaviTip (Ultradent Products Inc., Sul da Jordânia, UT, EUA) usando 20 mL de NaOCl a 5,25% por dente. Em todos os grupos, ao final do preparo, a irrigação ultrassônica passiva foi realizada por 20 s. Um operador experiente conduziu todos os procedimentos de preparação após treinamento substancial com todos os sistemas. Os canais radiculares foram secos com pontas de papel absorvente e os espécimes submetidos a varredura e reconstrução pós-operatória. Os conjuntos de dados pré e pós-operatórios registrados foram examinados para avaliar as porcentagens de detritos acumulados, paredes do canal intocado e dentina removida. Os resultados demonstraram que as técnicas de preparo resultaram no mesmo nível de resíduos de tecido duro acumulados. Em comparação com os outros sistemas testados, o BioRace foi associado a paredes do canal mais intocadas e o Reciproc produziu a maior quantidade de dentina removida. Embora tenha tocado mais das paredes do canal

radicular, o sistema SAF removeu menos a dentina, enquanto o TRUShape apresentou resultados intermediários para esses mesmos parâmetros. Os autores concluíram que nenhum dos sistemas testados foi capaz de fornecer uma ótima capacidade de modelagem em canais ovais.

Espir et al. (2018) avaliaram a capacidade de limpeza e modelagem de sistemas rotatórios ou reciprocantes no preparo de canal radicular oval em um estudo com microtomografia computadorizada. Foram selecionados incisivos inferiores de forma oval com uma única raiz, por meio de radiografia digital, com base no diâmetro radiográfico ($2 \leq \text{diâmetro} \leq 4$). Sessenta e seis dentes foram selecionados e armazenados em frasco de vidro contendo 0,1% de timol a 5 ° C. Os espécimes foram escaneadas antes e após o preparo usando um scanner de micro-CT de alta definição, resultando em uma imagem com 17,42 μm de tamanho de voxel. Uma reconstrução inicial usando o software NRecon (NRecon v.1.6.3, Bruker-microCT) e análise usando o software CTAn (CTAn v.1.14.4, Bruker-microCT) foi realizada de acordo com os parâmetros morfológicos dos canais radiculares (comprimento, volume, e área de superfície) para a seleção final dos espécimes. Cinquenta e quatro canais radiculares foram atribuídas de acordo com a preparo do canal radicular ($n = 18$): lima única Reciproc R40 com taper 40.06; limas Unicone de taper 20 e 40, .06 ou limas rotatórias Mtwo até o taper 40.06. Após a lavagem em água por 48 horas, foi criado um acesso convencional aos canais radiculares com brocas de diamante de alta velocidade e a patência dos canais radiculares foi confirmada quando a lima K # 10 era visível no forame apical. O volume, porcentagem de detritos e porcentagem de superfície não instrumentada foram analisados em todo o canal radicular e em cada terço do canal radicular. Os resultados demonstraram que o volume inicial foi semelhante entre os grupos ($p > 0,05$). O preparo com unicone foi associada com maiores detritos, aumento no volume do canal e superfície não instrumentada em todo canal radicular e no terço médio ($P < 0,05$). A Mtwo foi associada com menor superfície não-instrumentada em todo o canal radicular e no terço cervical. O terço apical foi semelhante para aos três preparos. Foi concluído pelos autores que o sistema Unicone usando dois instrumentos em movimento recíproco resultou em maior aumento de volume. No entanto, menos detritos remanescentes foram observados quando os sistemas de lima unica Reciproc e o sistema rotatório Mtwo foram utilizados.

Arias et al. (2018) avaliaram o efeito do preparo do canal radicular com instrumentos rotatórios TRUShape e Vortex em canais radiculares ovais usando

microtomografia computadorizada. Vinte canais radiculares distais de molares inferiores foram coletados e armazenados até uso posterior e foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos. Os dentes foram digitalizados através da microtomografia computadorizada com uma resolução isotrópica de 20 μm . Cuidados foram tomados para selecionar especificamente dentes com um canal distal. Os dentes foram acessados usando brocas diamantadas de alta rotação e a patência do canal radicular foi confirmada. A modelagem do canal foi realizada por um operador com mais de 20 anos de experiência. O comprimento de trabalho foi definido 0,5 mm aquém do ápice radiográfico. Os espécimes foram preparados com os instrumentos TRUShape ou Vortex e depois realizado o escaneamento pós preparo. Foram calculadas porcentagens de superfície não preparadas e volume de dentina removida para todo o canal e para os 4 mm apicais. Os resultados mostraram que ambos os instrumentos pareceram preparar canais ovalados sem erros óbvios de preparo. Não foram encontradas diferenças significativas entre áreas não preparadas, porcentagem de detritos e volume no preparo do canal radicular com TRUShape ou Vortex em canais ovais. Os autores concluíram que, embora ambos os instrumentos sejam adequados para o preparo de canais ovais, o TRUShape melhor preservou a anatomia original do canal radicular.

São relatados na literatura diferentes propostas de técnicas de preparo do canal radicular com secção transversal oval. Os resultados deste estudo mostram a dificuldade em preparar todas as paredes de canais com essa complexidade anatômica. Por isso, enfatiza-se a necessidade de estudos continuados que tragam mais informações sobre técnicas de preparo e instrumentos, com o objetivo de contornar as deficiências constatadas.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar, ex vivo, através da microtomografia computadorizada a qualidade do preparo de canais radiculares ovais longos de molares inferiores realizado pelos sistemas rotatórios de níquel- titânio: XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça) e o Mtwo (VDW, München, Alemanha). Procede-se a avaliação quantitativa das superfícies não preparadas, aumento da área de superfície do canal, mudanças de volume da dentina e do canal, acúmulo de debris e índice de modelo de estrutura (SMI). A hipótese de nulidade é que o sistema XP- endo Shaper não difere na qualidade do preparo dos canais ovais longos quando comparado ao sistema Mtwo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O material e métodos utilizados na pesquisa foram especificamente descritos abaixo.

4.1 MATERIAL

32 molares inferiores humanos extraídos - Banco de dentes permanentes humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP);
Aparelho de Raios-X (Dabi Atlante, São Paulo);
Agulhas para irrigação NaviTips 30-G (Ultradent, São Paulo, SP);
Aquecedor Aquarium Heater
Brocas esféricas diamantadas 1014 (KG Sorensen, São Paulo, SP);
Caneta de alta rotação (Dabi Atlante);
Cânulas suctoras do tipo Capillary Tip (Ultradent, São Paulo, SP);
Computador (Mac OSX version 10.7.5, Califórnia, EUA);
Cimento temporário Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ);
Câmara escura (Essence Dental, Araraquara, São Paulo);
Colgaduras; (Jon, São Paulo, SP);
EDTA-T a 17% (Farmácia Fórmula e Ação, São Paulo, SP);
Espelho clínico (Hu-Friedy, Chicago, EUA);
Explorador de ponta reta (Hu-Friedy, Chicago, EUA);
Filmes Radiográficos E-Speed (Kodak, São Paulo, SP);
Fixador (Kodak, São Paulo, SP);
Hipoclorito de sódio a 1% (Farmácia Fórmula e Ação, São Paulo, SP);
Instrumentos de rotação completa - Mtwo (VDW, München, Alemanha);
Instrumentos de rotação completa – XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de
Limas manuais tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
Limas manuais tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
Máquina fotográfica Nikon D3400
Microscópio operatório (Alliance, São Paulo, SP);

Motor eléctrico VDW (VDW, Munique, Alemanha)
Microtomógrafo de Raios-X de alta resolução (SkyScan 1172; Kontich, Bélgica);
Programa CTan v1.12.0.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica);
Programa CTVol v.2.2.1.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica);
Programa Custom Processing
Programa DataViewer (SkyScan, Kontich/Bélgica)
Ponta Irrisonic (Helse Dental Technology, São Paulo, Brasil)
Pontas de papéis absorventes estéreis (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
Régua milimetrada endodôntica (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
Revelador (Kodak, São Paulo, SP);
Silicona de condensação Flex-sil (technew, Rio de Janeiro, Brasil)
Seringas descartáveis de 5ml (Ultradent, South Jordan, UT)
Tomógrafo CS9300 (New York, USA)
Ultrassom SEM (CH-1260 NYON SUIÇA);

4.2 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 79953717.6.0000.0075 (Anexo A).

4.2.1 Seleção dos dentes/ Critérios de inclusão e exclusão

Foram escolhidos trinta e dois molares inferiores, solicitados e cedidos pelo Banco de Dentes Permanentes Humanos da FOUSP.

Os dentes deveriam integrar os critérios de inclusão e exclusão, que foram certificados por meio de tomadas radiográficas e tomografias computadorizadas de feixe cônico.

Figura 4.1- Raio X



Fonte: a autora

Os dentes, selecionados com base nos critérios de inclusão, apresentavam rizogênese completa, câmara pulpar intacta. Possuíam um único canal da raiz distal e o diâmetro VL entre 2,5 e 4 maior que o diâmetro MD ao nível de 5 mm do ápice radicular, os canais foram classificados como ovais longos (Wu et al., 2000; Jou et al., 2004). Estas mensurações foram realizadas através de um sistema computadorizado de processamento digital de imagens, o Radiant DicomViewer (64-bit).

Os dentes que apresentaram reabsorções, calcificações pulpare, fraturas radiculares e tratamento endodônticos foram excluídos.

Esses critérios foram confirmados posteriormente com as imagens microtomográficas.

4.2.2 Preparo dos dentes e divisão dos grupos experimentais

Os dentes foram limpos com ultrassom e conservados no soro fisiológico até o início do experimento. O tamanho do dente foi padronizado em 18mm com o

nivelamento das superfícies oclusais, utilizando um disco de diamante acoplado a um micrótomo de tecido duro.

O acesso cirúrgico foi realizado com brocas esféricas diamantadas 1014 (KG Sorensen, São Paulo, SP), utilizando a alta rotação na trepanação da câmara pulpar e remoção de teto.

A exploração dos canais distais foi feita por um instrumento do tipo K #10 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) e o comprimento de trabalho (CRT) foi estabelecido quando a ponta deste instrumento foi visualizada através do forame apical, com a assistência de um microscópio operatório (Alliance, São Paulo, SP) em um aumento de oito vezes, recuando-se um milímetro.

Os 32 espécimes foram divididos de forma homogênea em 2 grupos de 16, baseado na anatomia e nos volumes iniciais de acordo com o método de instrumentação a ser avaliado:

Grupo XP-endo Shaper (n=16)

Grupo Mtwo (n=16)

4.2.3 Microtomógrafo de raios-X

O método de avaliação dos preparos dos canais radiculares ovalados foi através da microtomografia computadorizada (μ CT).

As imagens tomográficas foram obtidas utilizando-se o microtomógrafo de raios-X SkyScan 1172, localizado na Universidade Federal da Paraíba.

O modelo 1172 da SkyScan é composto por um tubo de raios-X de microfoco com fonte de alta tensão (100 kV, 100 μ A), um porta-amostra com manipulador de precisão e um detector baseado em câmera de CCD de 10 Mp (4000 x 2300 pixel) conectados a um computador (host), interligado em rede a um cluster de computadores utilizados na reconstrução das imagens (Lasso et al., 2008).

Os escaneamentos foram realizados a uma potência de 100 kV e 100 μ A, com filtro de alumínio e cobre. Os objetos foram rotacionados a 192 °, com 0,4° passo de rotação. O tempo total para escaneamento da imagem foi de 1 hora e 43 minutos e o total para a reconstrução da imagem de 5,4 minutos, perfazendo uma hora e quarenta

e oito minutos para digitalização e reconstrução de uma imagem com tamanho de voxel isotrópico de 12,59 μm .

4.2.4 Preparo das amostras e leitura das medidas pré-operatórias

Os espécimes foram colocados em um suporte específico, onde eram presos com cera para proporcionar um distanciamento do suporte e assim evitar interferências na formação da imagem pois, o suporte era de metal.

Figura 4.2- Microtomógrafo de raios-X (A) e posicionamento da amostra no microtomógrafo



Fonte: a autora

Posteriormente a reconstrução das imagens de todas as amostras, os dentes foram removidos do porta-amostra e submetido a fase do preparo dos canais radiculares.

A leitura das medidas pré-operatórias foi feita utilizando o programa CTan. Este programa possibilitou a análise dos modelos virtuais dos canais usados nas amostras e a mensuração do volume do canal radicular, baseados nos cortes axiais obtidos no escaneamento antes do preparo com os sistemas XP endo Shaper e Mtwo.

A reconstrução e a avaliação de cada canal foram feitas da região de furca até o ápice anatômico. O CTan proporcionou a análise volumétrica em 2D/3D. Com o programa CTan foi delimitado a região de interesse para análise (canais distais) e em seguida a binarização da imagem. A etapa seguinte foi cumprida utilizando o recurso

Custom Processing e de uma sequência de plug-ins para a padronização e automatização do processo de obtenção de informações (Busquim et al.,2015).

4.2.5 Preparo dos canais radiculares

O preparo dos canais radiculares foi desempenhado por um único operador em todos os grupos experimentais.

As raízes dos dentes foram cobertas com silicona de condensação, com o intuito evitar o extravasamento da solução irrigadora pelo forame apical.

Para simular a temperatura corporal que se encontra em média de 36 ° C, as amostras foram colocadas em um recipiente de plástico. Esse recipiente conteve água destilada aquecida através de um aquecedor mantendo a temperatura em média de 36 ° C . O controle da temperatura foi realizado por um termômetro digital. O hipoclorito de sódio 1% com PH 11 foi colocado em uma seringa descartável de 5ml (Ultradent, South Jordan, UT) que estava também aquecida.

Figura 4.3 - Silicone de condensação (A) e amostra coberta com silicone de condensação (B)



Fonte: a autora

Figura 4.4 -Termômetro digital (A) e aquecedor mantendo a temperatura (B)



Fonte: a autora

Figura 4.5 - Aquecedor mantendo o hipoclorito de sódio aquecido



Fonte: a autora

4.2.6 Grupo 1- XP endo Shaper (n=16)

Este grupo usou o instrumento XP endo shaper por possuir como característica um *design* inovador. A criação da liga exclusiva MaxWire® permitiu à FKG desenvolver duas propriedades fundamentais: a superelasticidade e a memória de forma, sendo capaz de reagir a variações de temperatura e adquirir uma forma pré-determinada a 35°C dentro do canal radicular. Sua principal característica é a

capacidade de começar a modelar o canal com diâmetro ISO 15 e conicidade 0,01 mm e atingir o diâmetro ISO 30 com pelo menos uma conicidade de 0,04 mm. Assim alcançasse uma forma do canal com no mínimo diâmetro e conicidade 30/.04, com apenas um instrumento.

Os canais radiculares das raízes distais de dezesseis molares inferiores selecionados para este grupo foram preparados da seguinte maneira: Antes da utilização da XP endo Shaper a exploração dos canais foi realizada com uma lima manual do tipo K #15 de 21mm com o propósito de criar um acesso livre para o uso do instrumento. Os instrumentos foram acionados com o motor VDW de acordo com a instrumentação do fabricante e a cada três dentes a lima será substituída por uma nova. O canal foi irrigado e a ponta do instrumento foi inserida no interior do canal e, em seguida, recuou-se ligeiramente para acionar a rotação em 800 rpm e torque 1N. Progredindo lentamente até o comprimento de trabalho (CT), através de movimentos suaves. Caso o CT não tenha sido alcançado após 3 a 5 movimentos, interrompeu-se o processo, irrigou o canal, a exploração dos canais foi realizada novamente com o instrumento manual e reiniciava-se o procedimento com XP-endo Shaper. Ao atingir o CT, o canal foi irrigado e foram efetuados 10 movimentos suplementares de vaivém com o instrumento, longos e suaves. A cada nova inserção dos instrumentos os canais eram irrigados com 3 ml de hipoclorito de sódio a 1% aquecidos, Ph 11. O conjunto seringa e agulha NaviTips 30 gauge foi utilizado em movimentos de vai-vem, sendo o volume total de 15 ml.

Figura 4.6 - Visor programado do motor VDW.silver para movimento rotatório completo (A) e detalhe do instrumento XP endo Shaper (B)



Fonte: a autora

4.2.7 Grupo 2 Mtwo (n=16)

Neste grupo foram utilizadas dezesseis raízes distais de molares inferiores que permitiram a introdução de uma lima manual tipo K #15 de 21mm com o objetivo de criar um acesso livre para o uso do instrumento. Os instrumentos (10.04//15.05/20.06/25.06/30.05) foram inseridos no canal radicular exercendo pressão leve e permitindo que o instrumento toque nas paredes do canal, fazendo pequenos movimentos de pincelamento em direção coronal, sem tirar o instrumento do canal, permitindo que o instrumento trabalhasse por alguns milímetros e repetindo o movimento de pincelamento, avançando gradualmente em direção ao CRT. A velocidade e o torque utilizados estão descritos na tabela 4.1. Os instrumentos foram acionados com o motor elétrico VDW (VDW, Munique, Alemanha) de acordo com as instruções do fabricante. Após três usos as limas foram substituídas por novas. A cada nova inserção dos instrumentos os canais eram irrigados com 3 ml de hipoclorito de sódio a 1% aquecidos, Ph 11. O conjunto seringa e agulha NaviTips 30 gauge foi utilizado em movimentos de vai-vem, sendo o volume total de 15 ml para cada amostra.

Tabela 4.1 - Velocidade e torques utilizados para a instrumentação do grupo Mtwo

Instrumento	Velocidade	Torque
10/04	300rpm	120gcm
15/05	300rpm	130gcm
20/06	300rpm	210gcm
25/06	300rpm	230gcm
30/05	300rpm	120gcm

Fonte: a autora

Figura 4.7 – Visor programado do motor VDW. Silver para movimento rotatório completo (A) e detalhe do instrumento Mtwo (B)



Fonte: a autora

4.2.8 Irrigação Final

Ao final do preparo foi realizada irrigação ultrassônica passiva. Cada canal foi irrigado com 2 mL de hipoclorito de sódio a 1% seguido de ativação do irrigante por 30 segundos com ponta com uma ponta Irrisonic acoplada a um aparelho de ultrassom marcado com potência 10. A ponta ultrassônica foi manipulada usando movimentos de entrada e saída até a extensão mais apical, onde podia vibrar livremente, respeitando a distância máxima de 2 mm do comprimento de trabalho. Este procedimento foi repetido mais 2 vezes, uma vez com 2 mL de EDTA-T a 17% e uma vez com 2 mL de NaOCl a 1%. (Freire et al.,2015).

Figura 4.8 - Aparelho de ultrassom para realização da irrigação ultrassônica passiva



Fonte: a autora

Os canais foram aspirados com uma cânula suctora e secos com pontos de papel absorvente estéreis. O silicone de condensação foi removido e os dentes foram reposicionados no porta-amostras para a varredura pós-irrigação.

As amostras foram reposicionadas no porta-amostra e novas imagens foram capturadas pelo microtomógrafo e armazenadas.

4.2.9 Preparo das amostras e leitura das medidas pós-operatórias

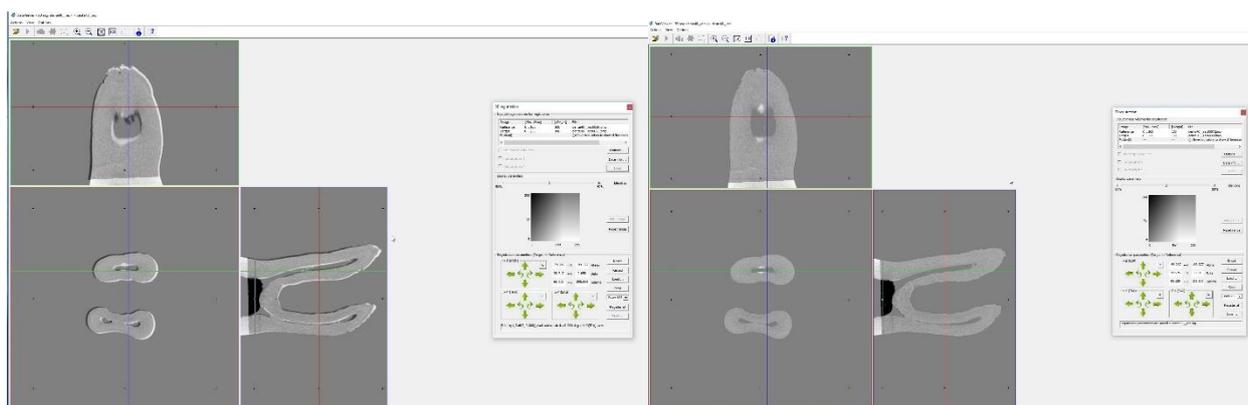
Com os preparos finalizados, as amostras foram reposicionadas no porta-amostra e novas imagens foram capturadas pelo microtomógrafo e armazenadas, utilizando os mesmos parâmetros do primeiro escaneamento. A leitura das medidas pós-operatórias também foi produzida da mesma forma descrita anteriormente nas medidas pré-operatórias.

4.2.10 Análise dos Resultados

Para os dois grupos experimentais, as reconstruções das imagens foram feitas da região de furca até o ápice anatômico, produzindo aproximadamente 600 cortes por espécime.

O programa Data Viewer (Bruker micro CT) permite a sobreposição das imagens pre/após o preparo, utilizando a função 3D registration. Obtendo um novo registro de dado das imagens pré (referência) e pós (target), salvas em uma nova pasta.

Figura 4.9 – Corregistro das imagens A. Conjunto de imagens referência (ref) e conjunto de imagens alvo (tar) desalinhados B. Dois conjuntos de imagens alinhados geometricamente

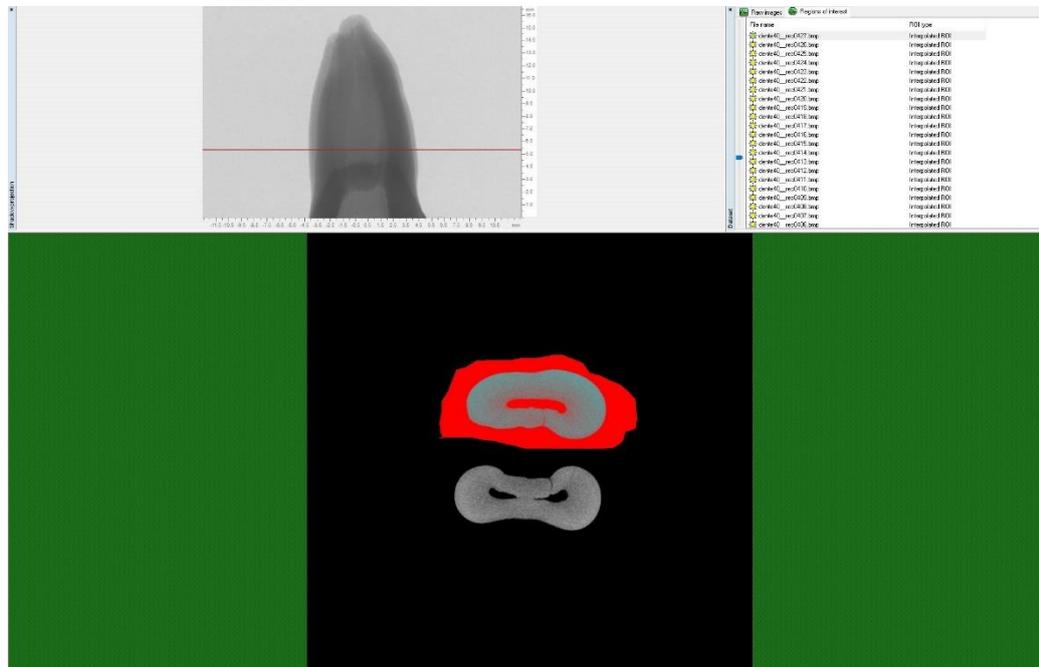


Fonte: a autora

Após o registro das imagens foi aberto o programa CTAn v.1.16.1 (Bruker micro-CT) e foram designados o TOP (o corte mais cervical próximo a entrada do canal radicular) e o BOTTON (a parte mais apical onde se visualizava o canal).

Foi selecionada a região de interesse (ROI), a raiz distal, objetivo de análise desse trabalho e um novo dataset foi salvo. A integração das regiões de interesse em todos os cortes selecionados determinou o volume de interesse (VOI) de cada espécime, que foi salvo em um novo conjunto de imagens.

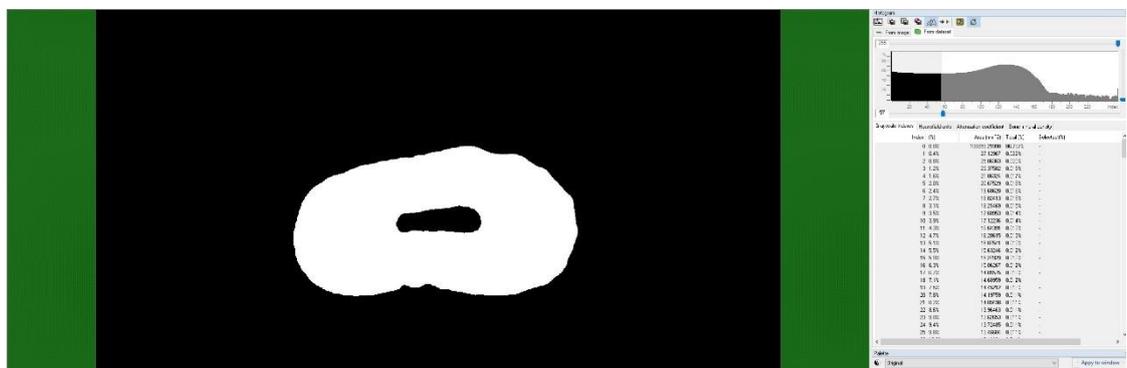
Figura 4.10 - Seleção de uma nova região de interesse, apenas a raiz distal



Fonte: a autora

Em seguida foi realizada a binarização das imagens, ou seja, a conversão da imagem com níveis de cinza para uma imagem com dois tons (preto/branco) a fim de permitir a identificação de objetos, separando-os do fundo da imagem.

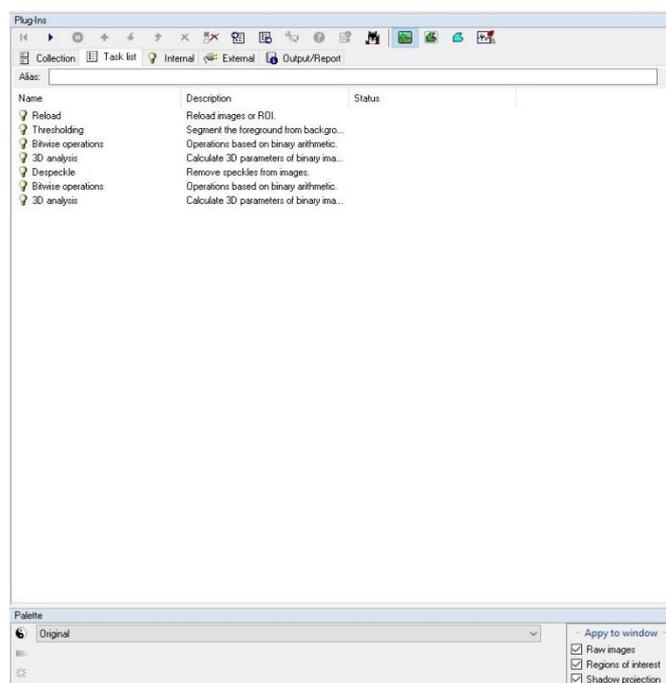
Figura 4.11 - Binarização do objeto (dentina) através de um histograma de densidade



Fonte: a autora

Posteriormente foi utilizado a ferramenta Custom Processing e uma sequência de plug-ins, baseados em operações matemáticas, e foi elaborada uma lista (task list) com o intuito de processar de maneira personalizada as imagens do canal radicular, da dentina, dos debrís dentinários e superfície não tocada, resultado na análise volumétrica do canal total e por terços e no modelo 3D das estruturas estudadas.

Figura 4.12 – Task List para segmentação da dentina e cana radicular



Fonte: a autora

Foram considerados a identificação de áreas não tocadas dos canais radiculares e formação debrís dentinários.

A porcentagem de debrís dentinários produzidos após preparo foi calculada usando a fórmula:

$$\frac{\text{Volume de debrís PÓSx100}}{\text{Volume do canal pós sem debrís}}$$

O volume da região estudada foi determinado individualmente para cada terço do canal radicular: cervical, médio e apical. e esses valores somados retratavam o volume total da estrutura.

A avaliação do volume foi executada considerando todo o canal radicular, assim como cada terço do dente: cervical, médio e apical (Busquim et al.,2015) e a mudança do volume do canal radicular foi calculada subtraindo-se os valores dos canais preparados daqueles dos canais antes do preparo.

A porcentagem do aumento (% Δ) do volume foi calculada utilizando os valores analisados antes (A) e depois (D) do preparo dos canais radiculares, conforme a fórmula:

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

A área de superfície não tratadas foi avaliada por terços e a soma desses valores resultou na superfície total não tratada.

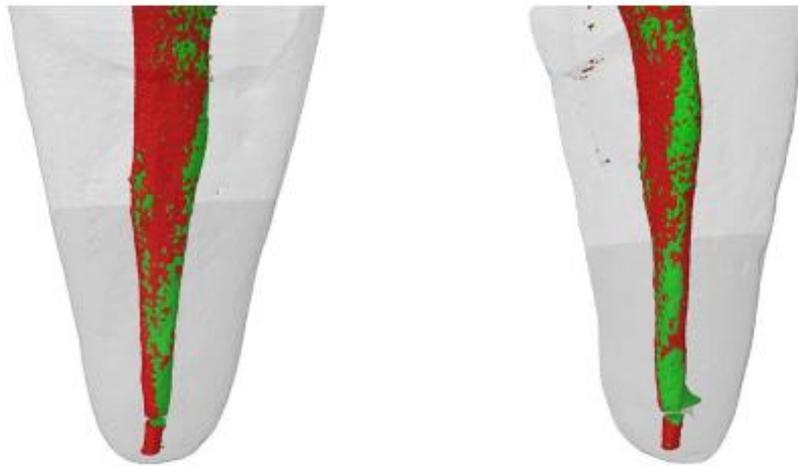
O cálculo das superfícies não preparadas da parede do canal radicular foi efetuado pela subtração do número total de voxels da superfície pelo número de voxels estáticos da superfície preparada.

Através do programa CTan, obteve-se o valor da superfície inicial da parede do canal radicular (SI) e o valor da superfície não tratada (S). A porcentagem da superfície não tratada em relação a inicial foi calculada de acordo com a fórmula:

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

A análise quantitativa pelo CTan foi feita por meio da análise 3D do volume do canal radicular e a avaliação foi realizada pela sobreposição dos modelos tridimensionais dos canais gerados pela análise 3D do programa CTan e abertos no programa CTvol. A sobreposição dos modelos permitiu constatar as superfícies tocadas pelos instrumentos após o preparo do canal radicular. O modelo dos canais pré-preparo foi colorido de verde e os modelos dos canais pós-preparo coloridos de vermelho (Rhodes et al., 1999).

Figura 4.13 – Sobreposição do modelo reconstruído antes do preparo (cor verde) e após o preparo (cor vermelha) no programa CTvol (A)



Fonte: a autora

5 RESULTADOS

Não houve diferença nos volumes iniciais dos canais radiculares, indicando a homogeneidade das amostras.

Os resultados obtidos neste estudo foram tabulados e submetidos ao teste Shapiro-Wilk para a identificação da normalidade das amostras. Onde se identificou distribuição normal foi utilizado o test-t e diante da não normalidade da distribuição dos grupos, optou-se por testes não paramétricos Mann-Whitney.

Nenhum instrumento do sistema XP-endo Shaper ou do Mtwo fraturou durante o experimento.

5.1 VOLUME DE DENTINA

Na tabela 5.1 estão expressos o volume de dentina removida (em milímetros cúbicos) e valores percentuais de dentina removida (%). Estes valores foram calculados para o canal como um todo e para cada terço (cervical, médio e apical). Não houve diferença estatística entre os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo quanto os valores do volume de dentina removida. O grupo XP-endo Shaper demonstrou uma média percentual de 2,77% enquanto o Mtwo de 2,40%. Os volumes de dentina inicial e final estão expressos no apêndice A.

Tabela 5.1 – Volume de dentina removida (mm³) e valores percentuais de volume de dentina removida (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão)

Região	Volume de dentina removida (mm ³)		Volume de dentina removida (%)	
	XP-endo Shaper	Mtwo	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	2.34 ± 1.07	1.93 ± 0.76	2.67 ± 1.38	2.02 ± 0.81
Médio	1.41 ± 0.40	1.52 ± 0.54	2.67 ± 1.11	2.64 ± 1.08
Apical	0.72 ± 0.40	0.82 ± 0.59	3.44 ± 2.14	3.46 ± 2.71
Total	4.48 ± 1.56	4.27 ± 1.69	2.77 ± 1.32	2.40 ± 1.06

Fonte: a autora

5.2 VOLUME DO CANAL

Na tabela 5.2 estão expressos o aumento do volume do canal (em milímetros cúbicos) e valores percentuais do aumento do volume do canal (%). Estes valores foram calculados para o canal como um todo e para cada terço (cervical, médio e apical). Não houve diferença estatística entre os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo quanto os valores de aumento do volume do canal. O grupo XP-endo Shaper demonstrou uma média percentual de 30,50% enquanto o Mtwo de 27,82%. Os volumes do canal inicial e final estão expressos no apêndice B.

Tabela 5.2 – Aumento do volume do canal (mm³) e valores percentuais do aumento do volume do canal (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão)

Região	Aumento do volume do canal (mm ³)		Aumento do volume do canal (%)	
	XP-endo Shaper	Mtwo	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	1.38 ± 0.65	1.19 ± 0.72	29.71 ± 18.04	25.31 ± 18.85
Médio	0.83 ± 0.42	0.92 ± 0.45	32.49 ± 18.63	32.80 ± 22.54
Apical	0.23 ± 0.14	0.31 ± 0.19	32.43 ± 25.81	38.84 ± 29.45
Total	2.45 ± 1.12	2.42 ± 1.21	30.50 ± 17.43	27.82 ± 17.15

Fonte: a autora

5.3 ÁREA DE SUPERFÍCIE DO CANAL

Na tabela 5.3 estão expressos o aumento da área de superfície final (milímetro quadrado) e valores percentuais do aumento da área da superfície do canal (%). Estes valores foram calculados para o canal como um todo e para cada terço (cervical, médio e apical). Não houve diferença estatística entre os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo quanto os valores de aumento da área da superfície do canal. O grupo XP-endo

Shaper demonstrou uma média percentual de 11.30 % enquanto o Mtwo 8.86%. Os valores de área de superfície inicial e final estão expressos no apêndice C.

Tabela 5.3 – Aumento da área de superfície final (mm²) e valores percentuais do aumento da área da superfície do canal (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão)

Região	Aumento da área de superfície final (mm ²)		Aumento da área da superfície do canal (%)	
	XP-endo Shaper	Mtwo	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	2.24± 1.48	2.24 ± 1.48	9.35± 9.98	7.55 ± 5.30
Médio	1.89± 1.36	1.89 ± 1.36	14.78 ± 14.37	9.16 ± 6.75
Apical	1.19± 0.92	1.19 ± 0.92	11.00 ± 9.96	12.88 ± 10.04
Total	5.33 ± 3.01	5.33 ± 3.01	11.30 ± 9.09	8.86 ± 4.99

Fonte: a autora

5.4 SUPERFÍCIE NÃO TOCADA

Na tabela 5.4 estão expressos os valores percentuais de paredes não tocadas (%). Estes valores foram calculados para o canal como um todo e para cada terço (cervical, médio e apical). Não houve diferença estatística entre os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo quanto as paredes não tocadas. O grupo XP-endo Shaper demonstrou uma média percentual de 9,57% enquanto o Mtwo 8,51%. Imagens representativas de ambos os grupos estão expostas nas figuras 5.1 e 5.2 e nos apêndices D e E.

Tabela 5.4– Valores percentuais de paredes não tocadas (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão)

Região	Paredes não tocadas (%)	
	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	11.21 ± 8.19	9.38 ± 7.45
Médio	5.60 ± 4.54	3.56 ± 3.56
Apical	13.36 ± 12.61	15.28 ± 14.5
Total	9.57 ± 6.15	8.51 ± 5.01

Fonte: a autora

5.5 ÍNDICE DE MODELO DE ESTRUTURA (SMI)

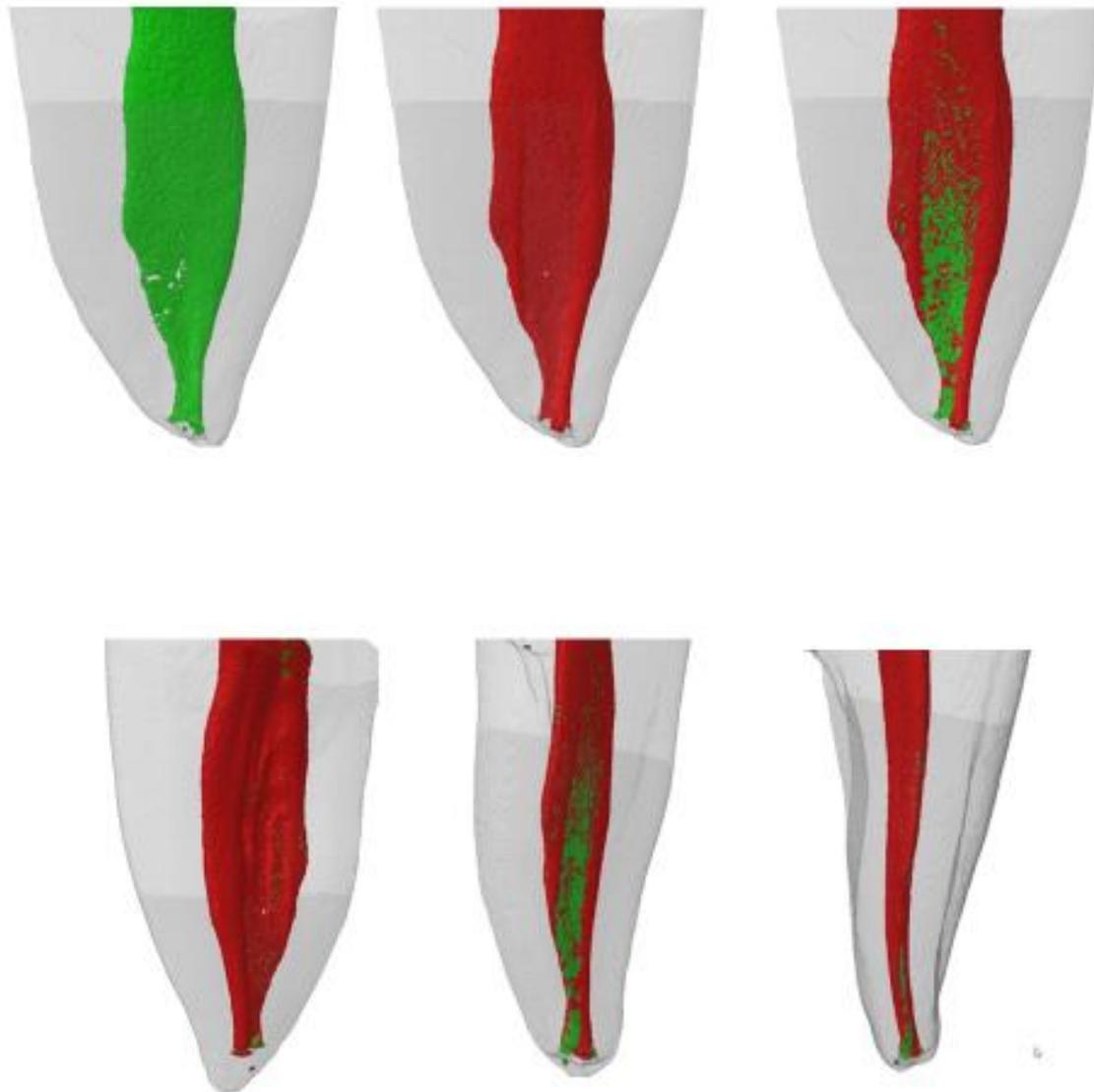
Na tabela 5.5 estão expressos os valores de índice de modelo de estrutura (SMI) inicial e final. Estes valores foram calculados para o canal como um todo e para cada terço (cervical, médio e apical). Não houve diferença estatística entre os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo quanto ao SMI final. O grupo XP-endo Shaper demonstrou uma média percentual de 2.59 % enquanto o Mtwo de 2.68%.

Tabela 5.5— Índice de modelo de estrutura (SMI) inicial e final do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média \pm desvio padrão)

Região	SMI inicial		SMI final	
	XP-endo Shaper	Mtwo	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	1.49 \pm 1.52	2.15 \pm 0.67	2.95 \pm 0.79	3.17 \pm 1.11
Médio	0.93 \pm 1.07	1.40 \pm 0.54	2.11 \pm 0.55	2.22 \pm 0.76
Apical	2.16 \pm 0.87	2.22 \pm 0.78	2.90 \pm 0.75	2.74 \pm 0.59
Total	1.14 \pm 1.26	1.78 \pm 0.66	2.59 \pm 0.70	2.68 \pm 0.90

Fonte: a autora

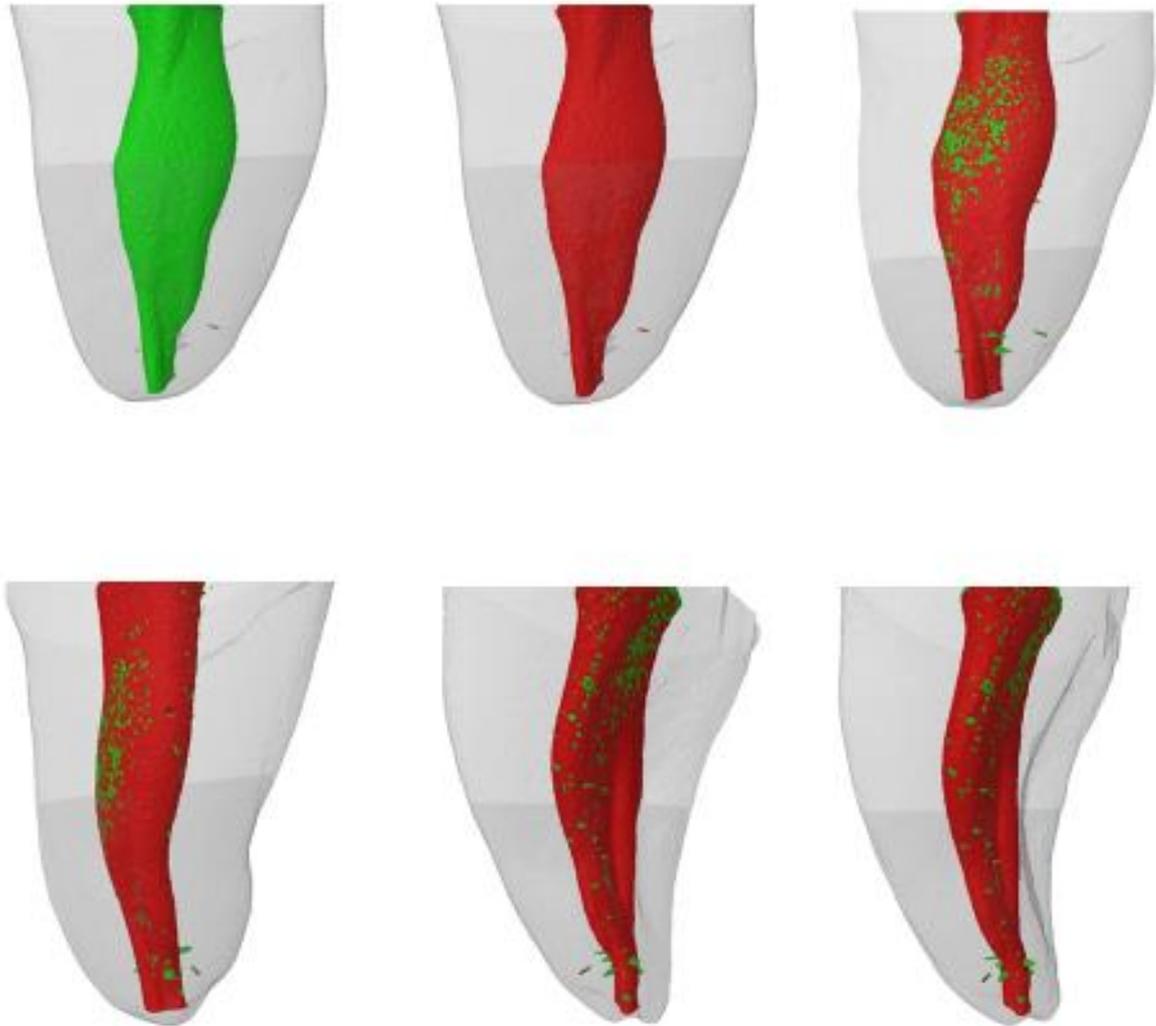
Figura 5.1 – Grupo XP- endo Shaper- Visão dos modelos em 3D reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal (cor vermelha) e sobreposição dos canais radiculares em



diferentes angulações

Fonte: a autora

Figura 5.2 – Grupo Mtwo- Visão dos modelos em 3D reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal (cor vermelha) e sobreposição dos canais radiculares em diferentes angulações



Fonte: a autora

5.6 VOLUME DE DEBRIS APÓS O PREPARO

Na tabela 5.6 estão expressos o volume de debris (milímetros cúbicos) após o preparo químico cirúrgico e valores percentuais de volume de debris (%). Estes valores foram calculados para o canal como um todo e para cada terço (cervical, médio e apical). Não houve diferença estatística entre os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo quanto os valores de volume de debris. O grupo XP-endo Shaper demonstrou uma média percentual 0,259 % enquanto o Mtwo de 0,447 %.

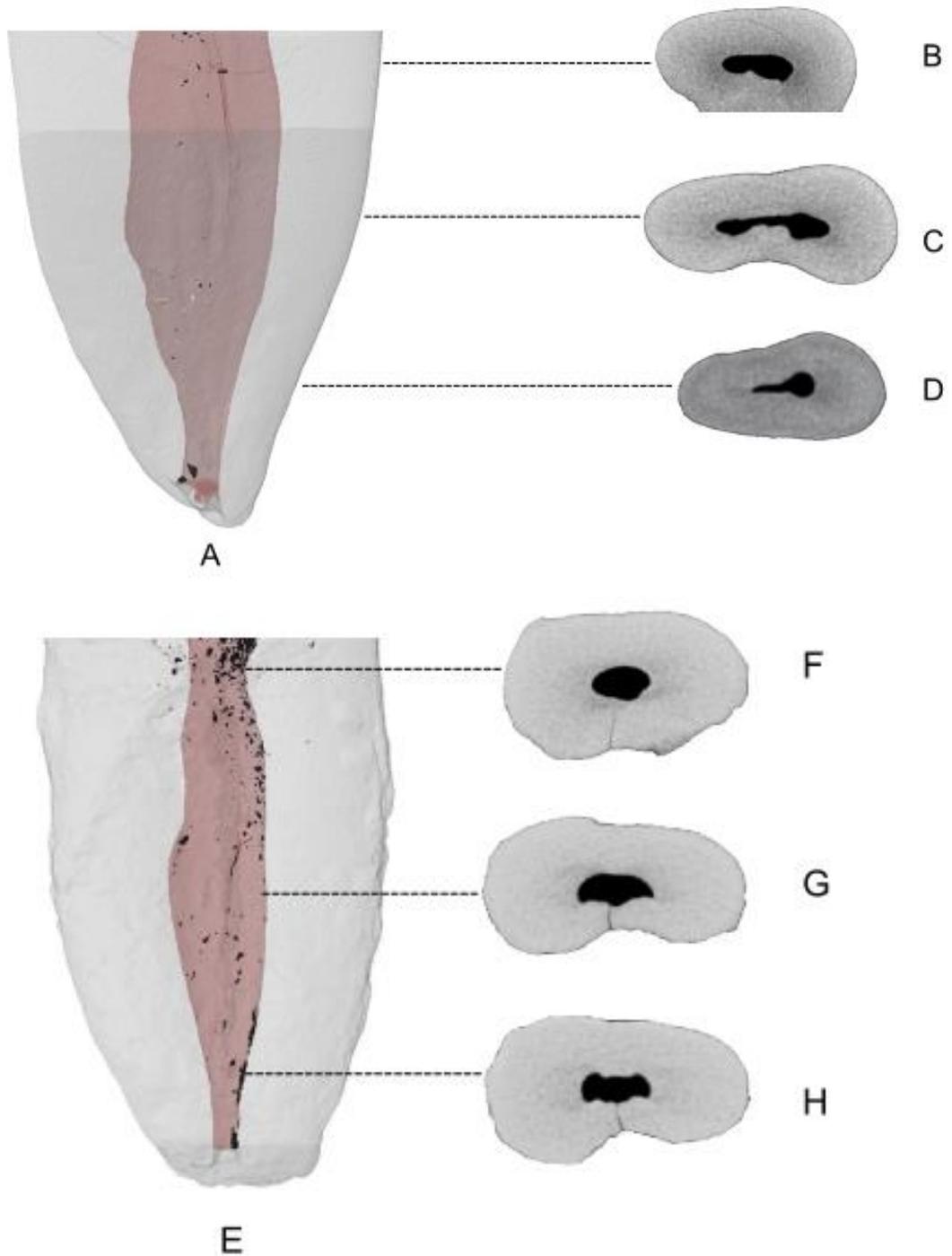
Tabela 5.6 – Volume de debris (mm³) e valores percentuais de volume de debris (%) do canal radicular como um todo e em cada terço após o preparo com os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo (média ± desvio padrão)

Região	Volume de debris (mm ³)		Volume de debris (%)	
	XP-endo Shaper	Mtwo	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	0.019 ± 0.0176	0.035 ± 0.062	0.276 ± 0.277	0.499 ± 0.913
Médio	0.004 ± 0.004	0.003 ± 0.004	0.105 ± 0.083	0.103 ± 0.154
Apical	0.009 ± 0.0122	0.011 ± 0.013	0.752 ± 1.089	1.142 ± 1.463
Total	0.0324 ± 0.028	0.051 ± 0.059	0.259 ± 0.199	0.447 ± 0.564

Fonte: a autora

As figuras 5.3 estão demonstrando alguns modelos tridimensionais dos debris remanescentes (preto) bem como a sua sobreposição ao canal pós preparo (vermelho).

Figura 5.3 – Acúmulo de debris (preto) após o preparo com a XP-endo Shaper. As linhas apontam as secções transversais correspondente em cada terço (A, B, C e D. Acúmulo de debris (preto) após o preparo com a Mtwo. As linhas apontam a secções transversais correspondentes em cada terço (E, F, G e H)



Fonte: a autora

6 DISCUSSÃO

O sucesso do tratamento endodôntico está associado a diversos fatores, dentre eles podemos destacar o preparo e a limpeza eficiente do canal radicular que são decisivos para alcançar tal objetivo.

A remoção da camada de dentina infectada em canais radiculares que apresentam uma secção transversal oval se torna um desafio durante o tratamento devido à dificuldade que o instrumento encontra em tocar e desgastar as regiões mais polares preservando as mais achatadas dos riscos ou acidentes, independente da técnica utilizada. (Wu et al., 2000; Weiger et al., 2002; Wu et al., 2003; Ruttermann et al., 2007; Elayouti et al., 2008; Paqué et al., 2010; Busquim et al., 2015; De-Deus et al., 2015; Lacerda et al., 2017; Guimarães et al., 2017; Versiani et al., 2018). A não remoção dos recessos infectados pode comprometer o sucesso da terapia endodôntica, visto que bactérias persistentes podem ficar retidas no interior do sistema de canais radiculares (Alves et al., 2012)

Frente a essas limitações, instrumentos contendo novos desenhos e cinemáticas foram desenvolvidos com o propósito de oferecer melhores preparos destes canais, especialmente de canais ovais longos (Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011; Hilaly Eid e Waness Amim et al., 2011; Ruckman et al., 2013; Busquim et al., 2015; Peters et al., 2015; Versiani et al., 2018).

A literatura menciona uma alta prevalência de canais ovais característicos de certos grupos de dentes como incisivos inferiores, segundo pré-molares superiores e raízes distais de molares inferiores (Versiani et al., 2013; Filipo-Perez et al., 2015).

Optou-se para a realização deste trabalho raízes distais de molares inferiores extraídos com anatomia oval longa, com razão do diâmetro VL (longo) em relação ao diâmetro MD (curto) maior que 2,5 (Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011; Busquim et al., 2015). Foram escolhidos apenas molares inferiores com canal distal único e razão do diâmetro longo/curto entre 2,5 e 4 (Jou et al., 2004).

Filipo-Perez et al. (2015) salienta que as raízes distais de molares inferiores apresentam uma alta prevalência de canais ovais longos nos níveis de 3,4 e 5 mm. Por isso, essa medida foi realizada a 5mm do ápice radicular (Wu et al., 2000; Ruckman et al., 2013; Busquim et al., 2015).

Wu et al. (2003) avaliaram a capacidade de duas técnicas de instrumentação manuais, das forças balanceadas e circunferencial, e mostraram que em canais ovalados as duas técnicas deixaram um grande número de paredes não preparadas. Weiger et al. (2002) mostraram que na comparação da técnica de instrumentação manual com o movimento rotatório contínuo, nenhuma técnica de instrumentação foi capaz de preparar adequadamente o canal oval. Taha et al. (2010) comparando as técnicas de preparo no terço apical de canais ovalados, concluíram que os instrumentos rotatórios tiveram desempenho significativamente melhor do que na técnica do movimento oscilatório.

Ao longo dos anos diferentes métodos têm sido utilizados para a avaliação do preparo do canal radicular realizado por diversas técnicas e instrumentos endodônticos, como: canais simulados em blocos de resina (Weine et al., 1975), que apesar de ter validade científica exige certa cautela pois, muitas vezes não é possível simular as condições reais de um paciente; análise histológica (Walton, 1976, Taha et al. 2010), que apresenta como desvantagem a impossibilidade de comparação do canal anatômico com o canal cirúrgico; o método de remontagem dos dentes em bloco de resina (Bramante et al., 1987), que viabilizava a comparação morfológica do canal pré e pós preparo porém, exigia a secção dos espécime;, metodologia que poderia alterar a superfície analisada e a comparação radiográfica (Southard et al., 1987; Sydney et al., 1991), que é um método que permite a comparação das imagens antes e após o preparo da canal radicular porém, exhibe a limitação de proporcionar uma imagem bidimensional de um objeto tridimensional. Por essa razão, foi incentivada a busca de novas metodologias que proporcionassem avaliar a estrutura tridimensional do sistema de canais radiculares.

A evolução da tomografia computadorizada possibilitou a visualização de imagens tridimensionais do canal radicular por essa razão, essa ferramenta começou a ser utilizada na avaliação do preparo em pesquisas endodônticas. Apesar disso, a resolução da tomografia convencional não permite uma reprodução detalhada dos tecidos duros (Tachibana; Matsumoto, 1990; Nielsen et al., 1995; Gambill et al., 1996).

Com os avanços tecnológicos, surgiu uma nova metodologia de avaliação nas pesquisas em endodontia, possibilitando a reprodução minuciosa da anatomia externa e interna do dente, e alterações da geometria do canal radicular antes e após o preparo endodôntico (Tachibana; Matsumoto, 1990; Nielsen et al., 1995; Gambill et al., 1996; Peters et al., 2000; Swain; Xue, 2009). Destacando a importância dessa

ferramenta por fornecer imagens de alta resolução, facilitando sua avaliação e resultados mais próximos a realidade clínica (Bjørndal et al., 1999; Swain; Xue; 2009; Freire et al., 2012; Junaid et al., 2014).

Rhodes et al. (1999) compararam através da Micro-CT e imagens de vídeo digitalizadas, o volume interno da raiz com a sua superfície externa. Eles citaram uma correlação altamente significativa entre as imagens do Micro-CT de vídeo digitalizadas, indicando esta técnica não destrutiva para realizar uma avaliação qualitativa e quantitativa do sistema de canais radiculares em três dimensões. A qualidade do preparo pode ser avaliada quantitativamente, comparando as mudanças do volume de dentina e canal, área de superfície do canal, superfícies não tocadas da parede do canal radicular e volume de debris dentinários remanescentes (Peters et al., 2001; Paqué et al., 2009; Freire et al., 2015; Busquim et al., 2015; Azim et al., 2017; Versiani et al., 2018), e a viabilidade de análise correlativa com outras metodologias (Siqueira et al., 2013; Lacerda et al., 2017).

No início, a resolução do microtomógrafo era baixa, sendo a maior espessura do corte obtido em 127 μm . Avanços tecnológicos levaram o desenvolvimento dos microtomógrafo, aliados a avanços nos softwares, reduzindo esta espessura (Nielsen et al., 1995). Peters et al. (2000) consideraram uma resolução entre 34 μm e 68 μm aceitável para a elaboração de uma imagem de qualidade. Os trabalhos mais recentes utilizaram uma resolução próxima a 11,88 μm (Freire et al., 2011; Busquim et al., 2015), visando reduzir o artefato e proporcionando o melhor detalhamento da imagem. Por essa razão, o presente trabalho usou uma resolução de 12,59 μm , promovendo uma imagem de alta qualidade e permitindo que os dados obtidos fossem analisados com maior fidelidade. A micro-CT foi utilizada nesse trabalho, uma vez que conseguiu demonstrar a complexidade anatômica dos sistemas de canais radiculares de forma tridimensional e possibilitou a visualização das secções transversais sem a deformação do espécime.

O XP-endo Shaper é um instrumento lançado recentemente e possui um *design* inovador segundo o fabricante. Por ser uma lima única, provavelmente o tratamento é facilitado e tem o seu tempo reduzido, o risco de erros e acidentes é radicalmente minimizado e a estrutura radicular é preservada. A modelagem se torna um processo simples, seguro e rápido (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça). Porém, existem poucos estudos na literatura que comprovem a qualidade do preparo da XP-endo Shaper em canais ovais longos, o que motivou da realização desse estudo na tentativa

de investigar se os novos instrumentos ou técnicas de instrumentação poderiam melhor preparar os canais ovalados. O sistema Mtwo serviu na comparação dos resultados obtidos com o sistema XP-endo Shaper por ser um instrumento rotatório convencional sem tratamento térmico.

O presente estudo avaliou a qualidade dos preparos de canais radiculares ovais longos realizados pelos sistemas XP-endo Shaper e Mtwo, utilizando a microtomografia computadorizada como método de análise. Foi analisado como critérios de qualidade do preparo o volume de dentina removida, aumento do volume do canal, aumento da área de superfície do canal, índice de modelo de estrutura (SMI), superfícies não preparadas do canal e volume de debris. Admitiu-se como hipótese de nulidade que o sistema XP-endo shaper não difere na qualidade de preparo dos canais ovalados quando comparado ao sistema Mtwo.

A porcentagem do aumento do volume foi calculada usando os valores mensurados antes e depois do preparo dos canais radiculares.

Os resultados encontrados em relação ao aumento de volume de dentina e do canal radicular, em alguns estudos demonstram a avaliação desses parâmetros com diferentes sistemas de instrumentação (Rhodes et al., 1999; Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011; Busquim et al., 2015; Versiani et al., 2018).

No trabalho em epígrafe, não foram encontradas diferenças significativas entre os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo quanto o volume de dentina e aumento do canal. Tais achados foram semelhantes aos estudos de Elayouti et al. (2008), Versiani et al. (2018) e Arias et al. (2018). Estes resultados podem ser explicados pela cinemática do XP-endo Shaper e pelas dimensões similares dos instrumentos finais usados nos grupos experimentais

A área de superfície é a medida usada para avaliar o toque do instrumento e o desgaste das paredes internas do canal e geralmente é avaliada por terços da raiz. Em relação ao aumento da área da superfície do canal, o presente trabalho não apresentou diferença significativa em relação os sistemas XP-endo Shaper e Mtwo. O estudo de Versiani et al. (2018) realizado com a XP-endo Shaper também chegou a essa conclusão quanto ao aumento da área da superfície do canal. Também acreditamos que esse resultado esteja relacionado a cinemática e dimensões similares dos instrumentos estudados nos grupos estudados

O índice de modelo de estrutura ou SMI é uma medida pouco explorada nos estudos. Estas variáveis são mais relevantes em estudos que pesquisam os condutos

radiculares com anatomia oval e achatada (Peters et al., 2001; Hildebrand; Rügsegger, 1997). O SMI é uma medida de convexidade de superfície e, por isso, um bom parâmetro para avaliar formas não-redondas. Este parâmetro morfométrico possibilita quantificar a forma característica de uma estrutura tridimensional (Hildebrand; Rügsegger, 1997). Os valores do SMI variam de 0 a 4. O valor zero correspondente à forma de uma “fita perfeita” (achatado) e o valor 4 corresponde a um “cilindro perfeito”. Essa variável é importante para se avaliar o impacto da instrumentação no formato do canal, ou seja, o quanto o preparo modifica tridimensionalmente o canal (Peters et al., 2001).

Em relação ao SMI não houve diferença estatística entre os dois grupos para essa variável, entretanto, ambos os sistemas proporcionaram aumento no índice. Isto mostrou que, após a instrumentação, o formato que antes tendia ao achatamento apresentou tendência ao formato cilíndrico. O trabalho de Versiani et al. (2018) chegou à conclusão em relação ao SMI, que o XP-endo Shaper gerou uma forma mais cônica do canal radicular.

O cálculo das superfícies não preparadas da parede do canal radicular foi realizado pela subtração do número total de voxels da superfície pelo número de voxels estáticos da superfície de acordo com os autores (Peters et al., 2001; Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011; Versiani et al., 2011; Busquim et al., 2015; Fernandes, 2018).

Os grupos estudados no presente estudo deixaram superfícies não tocadas após a modelagem, concluindo que nenhum instrumento é capaz de preparar todas as paredes dos sistemas de canais radiculares. Na avaliação das médias de paredes não tocadas foi considerado o canal o canal como um todo. Estatisticamente os grupos XP-endo Shaper e Mtwo não apresentaram diferença significativa em relação a superfícies não tocadas.

Entretanto, Azim et al. (2017) investigaram as habilidades de modelagem do XP-endo Shaper e compararam os achados com Vortex Blue em canais ovais usando imagens microtomográficas. Os resultados mostraram que a XP-endo Shaper mostrou menos paredes não tocadas, em comparação com a Vortex Blue. Os achados distintos destes estudos podem estar relacionados à anatomia dos espécimes selecionados. O trabalho de Azim et al. (2017) utilizou incisivos inferiores com um único canal, com a razão do diâmetro longo/curto até 2 vezes, que é classificado como um canal oval. Já no presente estudo foram selecionados apenas molares inferiores com canal distal

único e razão do diâmetro longo/curto entre 2,5 e 4, dificultando o preparo do canal radicular. Outra diferença foi que Azim et al. (2017) utilizaram uma resolução de 25 μ m e relataram uma média de 38,6% de superfícies não preparadas na XP-endo Shaper e 58,8% na Vortex Blue. Nosso resultado mostrou menos superfícies não preparadas no grupo XP-endo Shaper. Os menores valores percentuais encontrados neste estudo para as superfícies não preparadas do canal podem estar associados a maior resolução do aparelho de microtomógrafo (Paqué et al., 2009; Paqué et al., 2010).

Lacerda et al. (2017) analisaram a limpeza e modelagem de canais ovais com três sistemas de instrumentação. Uma correlação entre um estudo microtomográfico e histológico. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística na quantidade de áreas de superfícies não preparadas entre os 3 sistemas Self-Adjusting File (SAF), TRUShape e XP-endo Shaper, exceto nos 4mm apicais o SAF exibiu significativamente menos áreas não tocadas do que o XP-endo Shaper e que a capacidade de limpeza dos três foi semelhante, tais resultados corroboram com os encontrados no presente estudo.

No estudo de Versiani et al. (2018) utilizaram a microtomografia computadorizada para avaliar a capacidade de modelagem entre os sistemas XP-endo Shaper, Irace e EdgeFile em canais ovais longos. Os resultados também mostraram que não houve diferença estatística quanto à média percentual de paredes não tocadas entre os sistemas.

Porém, o estudo de Fernandes (2018) conclui que a XP-endo Shaper teve uma diferença significativa quanto à área de superfície não tocada, onde o canal total e nos terços cervical e médio preparou maior área do canal do que a Reciproc. Os achados discrepantes destes estudos podem estar relacionados às diferenças metodológicas e de cinemáticas. Esse trabalho utilizou raízes distais de molares inferiores com anatomia oval longa enquanto, no estudo de Fernandes (2018) foi usado raízes mesiais de molares inferiores. Peters (2004) afirmam que os resultados do preparo de canais podem ser fortemente afetados pela sua grande variabilidade anatômica. Além disso, o diâmetro final de preparo dos dois sistemas testados foi diferente. Enquanto a XP-endo Shaper é equivalente #30, o sistema Reciproc possui diâmetro final correspondente a lima #25.

O trabalho de Elayouti et al. (2008) estudaram a eficiência dos instrumentos rotatórios com grande diâmetro no preparo dos canais ovais. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre os grupos Mtwo e ProTaper,

porém ambos foram superiores em relação as limas manuais de NiTi. Concluindo que nenhum instrumento foi capaz de preparar o contorno oval dos canais radiculares. O estudo de Espir et al. (2018) avaliaram a capacidade de limpeza e modelagem no preparo de canais ovais com os sistemas Reciproc, Mtwo e UniCone. Os autores mostram que a Mtwo foi associada com o menor número de superfícies não instrumentadas em todo canal e no terço cervical.

Busquim et al. (2015) avaliaram o preparo em canais ovais longos usando instrumento reciprocantes e rotatórios. O sistema Reciproc deixou significativamente mais áreas intocadas nos terços cervical e médio, e teve o maior aumento no volume do canal todo assim como do terço apical. Concluindo que nenhum instrumento foi capaz de tocar todas as paredes de um canal oval longo. Existem trabalhos na literatura que afirmam que os sistemas que geram maior desgaste de dentina não necessariamente vão ter um menor percentual de paredes não tocadas (Coelho et al., 2016).

O estudo de Rhodig et al. (2002) compararam o preparo do canal distal oval de molares inferiores utilizando três diferentes instrumentos de níquel-titânio (NiTi): Lightspeed, ProFile .04 e Quantec. Os autores enfatizaram que os instrumentos frequentemente produzem uma dilatação circular no canal, enquanto as extensões vestibular e lingual permanecem não preparadas.

Diversas pesquisas já ressaltaram que partículas de dentina que são descoladas através da ação dos instrumentos podem se alojar em áreas de irregularidades anatômicas, istmos e ramificações, prejudicando a ação das soluções irrigadoras e dos instrumentos endodônticos (De-Deus et al., 2014; Freire et al., 2015). No presente trabalho, não houve diferença significativa no volume de debris produzidos pelo preparo da XP-endo Shaper e Mtwo, assim como o estudo de Azim et al. (2017) que também não encontrou diferença estatística no volume de debris gerados pelo XP-endo Shaper quando comparado ao sistema Vortex Blue.

Apesar das imensas vantagens que a microtomografia computadorizada apresenta existem certas limitações como: alto custo do escaneamento e licença dos softwares utilizados na análise das imagens que exige uma curva de aprendizagem elevada, podendo levar alguns erros processuais nas medidas finais.

Por esse motivo, a maioria dos estudos realizados com micro-CT são realizados com amostras menores, fato que é considerado aceitável devido o método possuir alta acurácia.

Estudos in vitro apresentam algumas limitações éticas e práticas. Por isso, é extremamente importante que estudos in vitro sejam bem delineados.

Os resultados obtidos no presente estudo e os dados evidenciados na literatura indicam que o preparo de canais radiculares ovais longos continua sendo um desafio na endodontia. Nenhum dos sistemas comparados foi capaz tocar todas as paredes de um canal oval longo, portanto recomendam-se estudos futuros para comparar diferentes técnicas de preparo e instrumentos endodônticos em canais ovais, com o objetivo de contornar essa deficiência.

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados alcançados, conclui-se que:

A hipótese de nulidade foi confirmada, já que não teve diferença significativa entre os sistemas nos critérios de volume de dentina removida, aumento do volume do canal, aumento da área de superfície do canal, índice de modelo de estrutura (SMI), superfícies não preparadas do canal e volume de debris. Constatando que a XP-endo Shaper não diferiu na qualidade de preparo dos canais ovais longos quando comparado com o sistema Mtwo.

Nenhum instrumento consegue tocar todas as paredes de um canal oval longo.

REFERÊNCIAS¹

Azim AA, Piasecki L, da Silva Neto UX, Cruz ATG, Azim KA. XP Shaper, A Novel Adaptive Core Rotary Instrument: Micro-computed Tomographic Analysis of Its Shaping Abilities. *J Endod.* 2017 Sep;43(9):1532-8.

Arias A, Paqué F, Shyn S, Murphy S, Peters OA. Effect of canal preparation with TRUShape and Vortex rotary instruments on three-dimensional geometry of oval root canals. *Aust Endod J.* 2018 Apr;44(1):32-9.

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.

Belladonna FG, Carvalho MS, Cavalcante DM, Fernandes JT, de Carvalho Maciel AC, Oliveira HE, Lopes RT, Silva EJNL, De-Deus G. Micro-computed Tomography Shaping Ability Assessment of the New Blue Thermal Treated Reciproc Instrument. *J Endod.* 2018 Jul;44(7):1146-1150.

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

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 Jan;32(1):3-9.

Busquim SSK, Cunha RS, Freire L, Gavini G, Machado ME, Santos M. A micro-computed tomography evaluation of long-oval canal preparation using reciprocating or rotary systems. *Int Endod J.* 2015 Oct; 48(10):1001-6.

Coelho BS, Amaral RO, Leonardi DP, Marques-da-Silva B, Silva-Sousa YT, Carvalho FM, Baratto-Filho F. Performance of Three Single Instrument Systems in the Preparation of Long Oval Canals. *Braz Dent J.* 2016 Mar-Apr;27(2):217-22.

De-Deus G, Marins J, Neves Ade A, Reis C, Fidel S, Versiani MA, Alves H, Lopes RT, Paciornik S. Assessing accumulated hard-tissue debris using micro-computed tomography and free software for image processing and analysis. *J Endod.* 2014 Feb;40(2):271-6.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Elayouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C. Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int Endod J*. 2008 Dec;41(12):1088-92.

Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Cavenago BC, Hungaro Duarte MA, Tanomaru-Filho M. Shaping ability of rotary or reciprocating systems for oval root canal preparation: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig*. 2018 Dec;22(9):3189-3194.

Fernandes POF [USP]. Avaliação do preparo de canais radiculares realizado por sistemas mecanizados com cinemática recíproca cêntrica e rotatória excêntrica, por meio da microtomografia computadorizada Diss (mestrado) São Paulo. Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 2017.

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 May-Jun;26(3):222-7.

Freire LG, Gavini G, Branco-Barletta F, Sanches-Cunha R, dos Santos M. Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. *Oral Surg oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112: e143-8.

Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, Dos Santos M, Gavini G. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. *J Endod*. 2015 Oct;41(10):1660-6.

Filpo-Perez C, Bramante CM, Villas-Boas MH, Húngaro Duarte MA, Versiani MA, Ordinola-Zapata R. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of the distal root of mandibular first molar. *J Endod*. 2015; 41: 231–6.

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

Guimarães LS, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, Cunha RS, Provenzano JC, Siqueira JF Jr. Preparation of Oval-shaped Canals with TRUShape and Reciproc Systems: A Micro-Computed Tomography Study Using Contralateral Premolars. *J Endod*. 2017 Jun;43(6):1018-1022.

Hilaly Eid GE, Wanees Amin SA. Changes in diameter, cross-sectional area, and extent of canal-wall touching on using 3 instrumentation techniques in long-oval canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Nov;112(5):688-95.

Hildebrand T, Rügsegger P. Quantification of Bone Microarchitecture with the Structure Model Index. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 1997;1(1):15-23.

Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod.* 1999 Sep;25(9):599-602.

Jardine AP, Rosa RA, Santini MF, Zaccara IM, Só MV, Kopper PM. Shaping ability of rotatory or reciprocating instruments in curved canals: a micro-computed tomographic study. *Braz Oral Res.* 2016 Jun 14;30(1).

Junaid A, Freire LG, da Silveira Bueno CE, Mello I, Cunha RS. Influence of Single-file endodontics on apical transportation in curved root canals: an ex Vivo micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014 May;40(5):717-20

Jou YT, Karabucak B, Levin J, Liu D. Endodontic working width: current concepts and techniques. *Dent Clin N Am.* 2004; 48:323-35.

Lasso PRO, Vaz CMP, Naime JM. Recomendações para utilização do microtomógrafo de raios-X SkyScan 1172 em ciências agrárias e biológicas. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária; 2008. 22p. acesso:11/12/2018: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/31742/1/DOC372008.pdf>

Lacerda MFLS, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Provenzano JC, Neves, MAS, Pires FR, Gonçalves LS, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Cleaning and Shaping Oval Canals with 3 Instrumentation Systems: A Correlative Micro-computed Tomographic and Histologic Study. *J Endod.* 2017 Nov;43(11):1878-84.

Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod.* 1995 Nov;21(11):561-8.

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

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, 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 Apr;37(4):517-21.

Peters OA, Laib A, Rügsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res.* 2000; 79:14059

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 Apr;34(3):221-30.

Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004 Aug;30(8):559-67.

Peters OA, Arias A, Paqué F. A Micro-computed Tomographic Assessment of Root Canal Preparation with a Novel Instrument, TRUShape, in Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod.* 2015 Sep;41(9):1545-50.

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

Rüttermann S, Virtej A, Janda R, Raab WH. 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 Dec;104(6):852-6.

Ruckman JE, Whitten B, Sedgley CM, Svec T. Comparison of the self-adjusting file with rotary and hand instrumentation in long-oval-shaped root canals. *J Endod.* 2013 Jan;39(1):92-5.

Rödig T, Hülsmann M, Mühge M, Schäfers F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2002 Nov;35(11):919-28.

Sydney GB, Batista A, de Melo LL. The radiographic platform: a new method to evaluate root canal preparation in vitro. *J Endod.* 1991 Nov;17(11):570-2.

Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod.* 1987 Oct;13(10):479-89.

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 Feb;6(1):16-20.

Taha NA Ozawa T, Messer HH. Comparison of three techniques for preparing oval shaped root canals. *J Endod.* 2010 Mar;36(3):532-5.

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;37:10027.

Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. *J Endod.* 2013 Aug;39(8):1060-6.

Versiani MA, Carvalho KKT, Mazzi-Chaves JF, Sousa-Neto MD. Micro-computed Tomographic Evaluation of the Shaping Ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile Systems in Long Oval-shaped Canals. *J Endod.* 2018 Mar;44(3):489-95.

Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod.* 1976 Oct;2(10):304-11.

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.

Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975 Aug;1(8):255-62.

Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J.* 2003 Mar;36(3):218-24.

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

Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA, Lopes RT, De-Deus G. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2018 May;51(5):564-571.

APÊNDICE A – Volume de dentina inicial e final em mm³ (média ± desvio padrão)

Região	Volume de dentina inicial (mm ³)		Volume de dentina final (mm ³)	
	XP-endo Shaper	Mtwo	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	92.20 ± 20.97	98.28 ± 20.23	89.86 ± 20.98	96.35 ± 20.12
Médio	56.51 ± 14.86	59.33 ± 10.78	55.10 ± 14.92	57.81 ± 10.76
Apical	23.32 ± 7.61	25.43 ± 5.89	22.60 ± 7.68	24.61 ± 6.03
Total	172.05 ± 41.32	183.06 ± 34.11	167.56 ± 41.63	178.78 ± 34.10

Fonte: a autora

APÊNDICE B – Volume do canal inicial e final em mm³ (média ± desvio padrão)

Região	Volume inicial do canal (mm ³)		Volume final do canal (mm ³)	
	XP-endo Shaper	Mtwo	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	5.77 ± 2.57	5.92 ± 2.48	7.16 ± 2.50	7.11 ± 2.54
Médio	2.99 ± 1.25	3.45 ± 1.59	3.82 ± 1.34	4.37 ± 1.61
Apical	0.93 ± 0.53	0.94 ± 0.58	1.17 ± 0.55	1.25 ± 0.60
Total	9.71 ± 4.23	10.32 ± 4.36	12.16 ± 4.24	12.75 ± 4.52

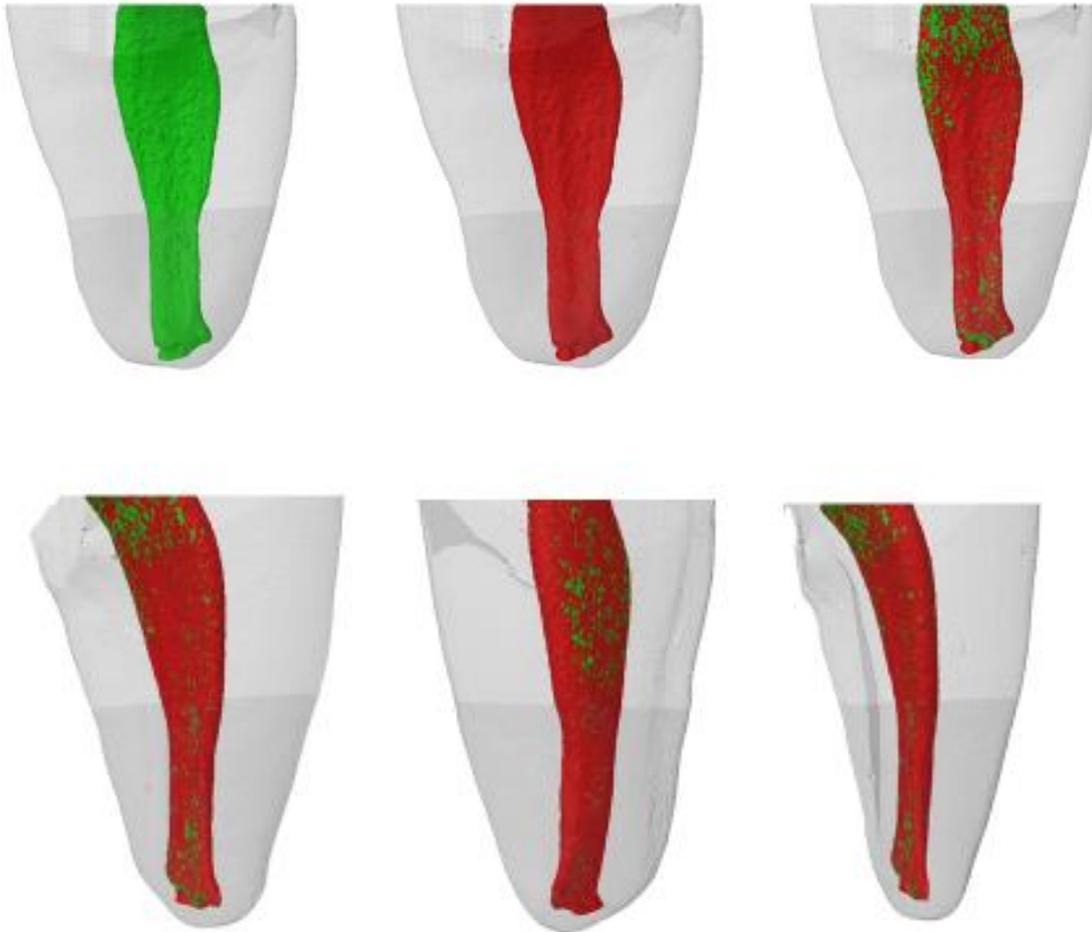
Fonte: a autora

APÊNDICE C – Área de Superfície inicial em mm e final em mm² (média ± desvio padrão)

Região	Área de superfície inicial (mm)		Área de superfície final (mm ²)	
	XP-endo Shaper	Mtwo	XP-endo Shaper	Mtwo
Cervical	31.99 ± 10.18	30.25 ± 7.84	34.55 ± 10.04	32.49 ± 8.43
Médio	21.54 ± 8.043	22.32 ± 6.05	24.29 ± 8.55	24.21 ± 6.03
Apical	9.54 ± 3.66	9.96 ± 3.71	10.49 ± 3.96	11.16 ± 3.69
Total	63.07 ± 21.10	62.54 ± 15.17	69.34 ± 21.25	67.87 ± 15.45

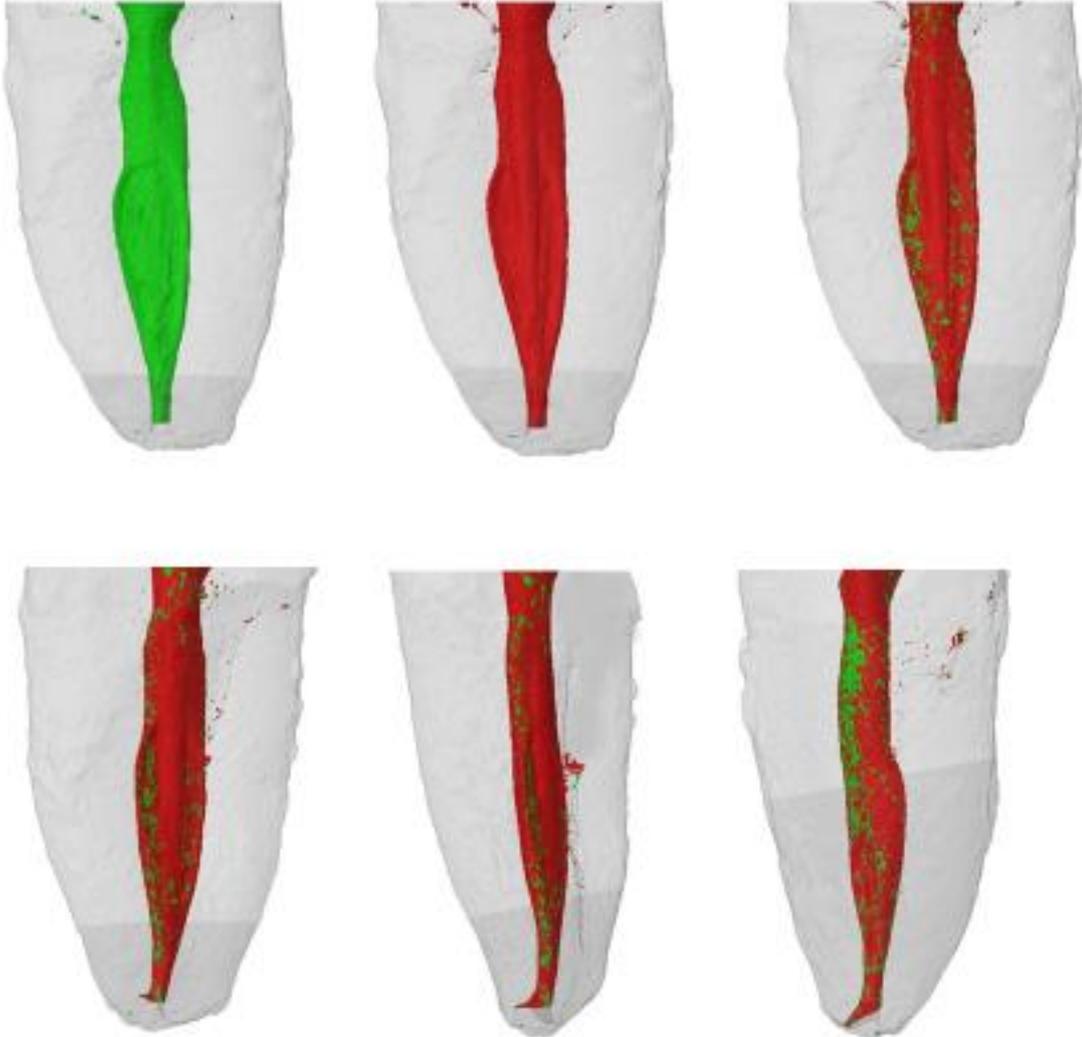
Fonte: a autora

APÊNDICE D – Grupo XP- endo Shaper- Visão dos modelos em 3D reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal (cor vermelha) e sobreposição dos canais radiculares em diferentes angulações



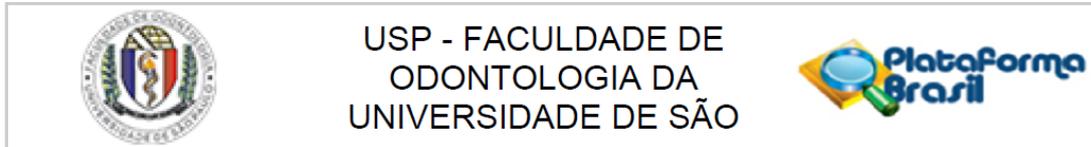
Fonte: a autora

APÊNDICE E - Mtwo- Visão dos modelos em 3D reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal (cor vermelha) e sobreposição dos canais radiculares em diferentes angulações



Fonte: a autora

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do preparo de canais radiculares com secção transversal oval realizado pelos sistemas XP endo shaper e MTwo utilizando a microtomografia computadorizada

Pesquisador: JULIANA LISBOA COUTO MARQUES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 79953717.6.0000.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.441.495

Apresentação do Projeto:

"Serão utilizados 40 raízes de molares inferiores com um único canal na raiz distal, solicitados ao Banco de Dentes Permanentes Humanos da FOU SP. Os dentes deverão integrar os critérios de inclusão e exclusão, certificados por meio de tomadas radiográficas. Os dentes selecionados devem apresentar rizogênese completa, câmara pulpar intacta. Os dentes que apresentarem reabsorções, calcificações pulpares, fraturas radiculares e tratamento endodônticos serão excluídos. As 40 raízes distais de molares inferiores que serão submetidos a dois escaneamentos: antes e após o preparo dos canais radiculares utilizando um aparelho Microtomógrafo. Os 40 espécimes serão divididos aleatoriamente em 2 grupos de 20, de acordo com o método de instrumentação a ser avaliado: G1 - Instrumentação com XP endo shaper e G2- instrumentação com Mtwo. Para o estudo do sistema de canais radiculares o volume de interesse para cada dente será selecionado desde a região de furca até o ápice anatômico. As imagens adquiridas a partir dos dois escaneamentos com o microtomógrafo serão reconstruídas, fornecendo seções transversais da estrutura interna das amostras. Posteriormente, com o uso dos softwares CTan, CTVol, MeshLab e MatLab será possível a visualização e análise tridimensional do canal radicular antes e após os procedimentos de preparo-químico cirúrgico, para comparação das mudanças no volume e superfícies não preparadas das paredes dos canais radiculares. Concluindo as etapas anteriores os resultados serão submetidos ao teste D'Agostino (para n10) para a identificação da

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



Continuação do Parecer: 2.441.495

normalidade das amostras e, portanto, submetidos à análise estatística pertinente.”

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: O presente estudo tem por objetivos, avaliar o preparo de canais ovais de molares inferiores com o sistema XP endo shaper comparando-o ao preparo com instrumentos do sistema MTwo, por meio da microtomografia computadorizada (μ CT). Objetivo Secundário: O objetivo deste estudo é avaliar, por meio da micro-CT, o preparo de canais distais ovais de molares inferiores com o sistema XP endo shaper comparando-o ao preparo com instrumentos do sistema MTwo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Envolve riscos mínimos visto que serão utilizados amostras de dentes.

Benefícios: Demonstrar que o novo design desses instrumentos endodônticos irá promover de forma mais eficiente o preparo dos canais radiculares.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está bem delineada, visa estudar uma área com grandes avanços tecnológicos, facilitando assim o desempenho da especialidade. Com a metodologia e análise dos resultados deverá trazer benefícios para área de conhecimento.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos obrigatórios foram apresentados.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final, utilizando-se da opção “Enviar Notificação” (descrita no manual “Submeter Notificação”, disponível na Central de Suporte – canto superior direito do site www.saude.gov.br/plataformabrasil).

Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada “emenda” a este CEP, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



Continuação do Parecer: 2.441.495

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1015327.pdf	10/11/2017 14:31:07		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoju.docx	10/11/2017 14:29:27	JULIANA LISBOA COUTO MARQUES	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	banco.jpg	08/11/2017 17:09:21	JULIANA LISBOA COUTO MARQUES	Aceito
Folha de Rosto	folha.pdf	08/11/2017 17:09:01	JULIANA LISBOA COUTO MARQUES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 15 de Dezembro de 2017

Assinado por:
Décio dos Santos Pinto Junior
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br