



**UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**JULIANA SANTOS OLIVEIRA**

**ANÁLISE POR MEIO DE MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA  
EFICÁCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE PREPARO BIOMECÂNICO NA  
LIMPEZA E TRANSPORTE APICAL DE CANAIS MESIAIS DE MOLARES  
INFERIORES COM ISTMO**

**RIBEIRÃO PRETO**

**2019**

**Juliana Santos Oliveira**

**ANÁLISE POR MEIO DE MICROTOMOGRÁFIA COMPUTADORIZADA DA  
EFICÁCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE PREPARO BIOMECÂNICO NA  
LIMPEZA E TRANSPORTE APICAL DE CANAIS MESAIAIS DE MOLARES  
INFERIORES COM ISTMO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração Endodontia.

Orientadora: Profa Dra Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa

**RIBEIRÃO PRETO**

**2019**

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento  
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP  
- Universidade de Ribeirão Preto -

Oliveira, Juliana Santos

Análise por meio de microtomografia computadorizada da eficácia de diferentes protocolos de preparo biomecânico na limpeza e transporte apical de canais mesiais de molares inferiores com istmo/ Juliana Santos Oliveira. - Ribeirão Preto, 2019.

51 f.: il. color.

Orientadora: Profa. Dra. Yara Teresinha Corrêa Silva-Sousa.

Tese (Doutorado) - Universidade de Ribeirão Preto,  
UNAERP, Odontologia. Ribeirão Preto, 2019.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Tese I. Título.



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto e apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – PROSUP.

## **DEDICATÓRIAS**

Dedico esta vitória a Deus, que me ensinou o verdadeiro sentido da vida;

Aos meus pais, Walmir (*in memoriam*) e Cleomilda, que me ensinaram a amar;

Ao meu esposo, João Paulo, por ser meu porto seguro e por me fazer tão feliz no dia a dia;

E aos meus filhos- João Lucas, Maria Laura e o que está no céu- pois são verdadeiros anjos de Deus.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Ribeirão Preto, representada pela Magnífica Reitora **Profa. Dra. Elmara Lúcia de Oliveira Bonini**, pela oportunidade a mim concedida de estudar nesta conceituada Instituição que possibilitou a realização deste trabalho.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto e minha orientadora, **Profa. Dra. Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa** por acreditar no meu potencial, me proporcionar múltiplas experiências enriquecedoras durante o curso e principalmente por segurar na minha mão no momento mais difícil da minha vida. Serei eternamente grata.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto: **Profa. Dra. Andrea Márcia Marcaccini, Prof. Dr. Carlos Eduardo Saraiva Miranda, Profa. Dra. Danielle Cristine Furtado Messias, Prof. Dr. Edson Alfredo, Profa. Dra. Érica Alves Gomes, Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Júnior, Profa. Dra. Graziela Bianchi Leoni, Profa. Dra. Izabela Cristina Maurício Moris, Profa. Dra. Larissa Moreira Castro Raucci, Prof. Dr. Sílvio Rocha Correa da Silva, Profa. Dra. Vivian Colucci, Prof. Dr. Walter Raucci Neto**, por toda a disposição em ensinar e realizar parcerias, o que ocasionou múltiplas possibilidades de conhecimento.

Aos meus colegas da turma de doutorado, **Lígia Texeira Moraes, Luana Kelle Batista Moura e Natália Spadini de Faria**, pela amizade e por fazerem parte deste sonho. As nossas conversas e convívio foram muito importantes na minha vida.

À **Cleusa Vieira, Profa. Dra. Graziela Bianchi Leoni** e a Pós doutoranda **Profa. Dra. Luciana Martins Domingues de Macedo** por me darem todo o suporte físico e emocional para que essa jornada fosse possível. Obrigada por estarem sempre por perto, por todo o carinho e confiança.

Aos meus colegas de pós-graduação, **Fredson Márcio Acris de Carvalho, Paulo Henrique Muller Calderon, Luciana Martins Domingues de Macedo, Celso Bernardo de Souza Filho, Vitória Bombig Tosta, Ana Flávia Simões Barbosa, Fernanda Silva**

**Fernandes, Emily Carvalho e Natália Tavella** pela convivência tão harmoniosa e importante para a minha adaptação na instituição.

Às secretárias da pós-graduação, **Joana Néia Vieira, Patrícia Machado e Marcela Euzébio Berti**, por todo o cuidado e carinho dispensados a mim em todos esses anos. Pessoas do bem e verdadeiros anjos protetores, obrigada por serem tão importantes em minha vida.

Aos amigos e funcionários da Universidade de Ribeirão Preto, **Cláudio de Paula, Fabíola D. Sousa, Lúcia Helena Bianche, Regina Lúcia Ramos, Luís Murilo de Oliveira, Marilena Heredia, Evaldo Antonio Evangelista, Joice Alessandra Cerri da Costa**, por me darem todo o suporte e por me motivarem a seguir meus sonhos.

## Sumário

Resumo

*Summary*

1.Introdução .....	12
2.Proposição .....	15
3. Material e Métodos.....	16
4.Resultados.....	27
5. Discussão.....	30
6. Conclusões.....	33
7. Referências Bibliográficas.....	34

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar por meio de microtomografia computadorizada (microCT) a influência de diferentes protocolos de preparo biomecânico na remoção de debris e o transporte apical em raízes com istmo. Molares inferiores com raízes mesiais com canais com istmo foram selecionados por meio de microCT e distribuídos de acordo com o sistema de instrumentação (n=44): GXPS: XP-endo Shaper e GPTN: ProTaper Next e novamente divididos em dois subgrupos de acordo com o protocolo de irrigação (n=22): irrigação ultrassônica passiva e XP-endo Finisher. Em todos os grupos experimentais a irrigação foi realizada com NaOCl 2,5%, seguida de irrigação com EDTA 17% e soro fisiológico. Ao término do preparo biomecânico, os espécimes foram novamente submetidos ao exame microtomográfico, para quantificar a área, perímetro, circularidade, centralização, volume, SMI e remoção de debris do canal radicular. Os dados foram submetidos a análise estatística, a qual verificou que todos os instrumentos promoveram desgaste das paredes dos canais radiculares de forma homogênea ( $p>0,05$ ). O instrumento XP-endo Shaper associado à irrigação final com PUI promoveu maior área superficial que o mesmo instrumento associado à irrigação final com XP-endo Finisher ( $p<0,05$ ). Em relação a remoção de debris, transporte e centralização, observou-se semelhança estatística ( $p>0,05$ ) entre os grupos experimentais. Na análise qualitativa das microtomografias foi observado que os protocolos de preparo biomecânico propiciaram a modelagem do terço apical sem que ocorresse transporte do canal radicular e que ProTaper Next promoveu desgaste circular nas áreas polares diferentemente do sistema XP-endo Shaper. Na análise qualitativa das imagens tridimensionais, para o sistema XP-endo Shaper a irrigação ultrassônica passiva favoreceu a remoção de debris. Com a utilização do ProTaper Next os dois protocolos de irrigação propiciaram resultados semelhantes para a remoção de debris. Concluiu-se que o instrumento XP-endo Shaper associado à irrigação final com PUI promoveu maior área superficial que o mesmo instrumento associado à irrigação final com XP-endo Finisher. Nenhum protocolo de preparo biomecânico possibilitou a remoção completa de debris, como também não promoveram transporte do canal radicular.

**Palavras-chave:** Endodontia, preparo biomecânico, transporte apical, microtomografia

## **SUMMARY**

The objective of this study was to evaluate by means of computed microtomography (microCT) the influence of different biomechanical preparation protocols in the removal of debris and apical transport in roots with isthmus. Lower molars with mesial roots canals with isthmus were selected using microCT and distributed according to the instrumentation system (n=44): GXPS: XP-endo Shaper and GPTN: ProTaper Next and again distributed into two subgroups according to the irrigation protocol (n=22): passive ultrasonic irrigation and XP-endo Finisher. In all groups, irrigation was performed with 2.5% NaOCl, followed by irrigation with 17% EDTA and saline. After biomechanical preparation, the specimens were again submitted to microtomographic examination, to quantify the area, perimeter, circularity, centralization, volume, SMI and removal of debris from the root canal. The data were subjected to statistical analysis, which found that all instruments evaluated promoted homogeneous wear of the root canal walls ( $p > 0.05$ ). The XP-endo Shaper associated with PUI promoted greater surface area than the same instrument associated with the XP-endo Finisher ( $p < 0.05$ ). Regarding debris removal, transport and centralization, there was a statistical similarity ( $p > 0.05$ ) between the experimental groups. In the qualitative analysis of the microtomographs, it was observed that the biomechanical preparation protocols provided the shaping of the apical third without the occurrence of root canal transport and that ProTaper Next promotes circular abrasion in polar areas rather than the XP-endo Shaper system. In the qualitative analysis of three-dimensional images, for the XP-endo Shaper system, passive ultrasonic irrigation favored the removal of debris. Using ProTaper Next, the irrigation protocols provided similar results for removal debris. It was concluded that the XP-endo Shaper/ PUI promotes greater surface area than the same instrument associated with XP-endo Finisher. No biomechanical preparation protocol has made it possible to completely remove debris, neither promoted root canal transport.

**Key words:** Endodontics, Biomechanical preparation, Apical transport, Microtomography.

## 1. INTRODUÇÃO

A remoção do tecido pulpar com a eliminação dos microrganismos e suas toxinas é um dos principais objetivos da terapia endodôntica. No entanto, o preparo biomecânico não é eficiente na total remoção de remanescentes orgânicos e inorgânicos dos canais radiculares, uma vez que são compostos por um complexo sistema de canais radiculares (FARINIUK et al., 2003; GERGI et al., 2014). Estudos relataram que até 80% das paredes dentinárias permanecem intocadas após o preparo do canal radicular, principalmente em molares inferiores (De DEUS et al., 2015).

A busca pela modelagem ideal, na qual protocolos de instrumentação e irrigação proporcionem maior toque na parede do canal radicular impulsionou o desenvolvimento de novos instrumentos no arsenal da terapia endodôntica (GU et al., 2009; ELNAGHY; ELSAKA, 2014; SABER et al., 2015; MACHADO et al., 2018; HUANG et al., 2019).

O sistema rotatório ProTaper Next (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland) foi proposto como um avanço ao sistema Protaper Universal (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland). Estes instrumentos foram produzidos a partir de liga NiTi M-wire, fabricados por um processo de tratamento térmico (ELNAGHY; ELSAKA, 2014). O sistema rotatório ProTaper Next, que possui instrumentos fabricados em liga NiTi M-wire com espiras de tamanho variável e secção transversal retangular (ELNAGHY; ELSAKA, 2014). Sua principal característica é a cinemática excêntrica promovendo, de acordo com o fabricante, maior capacidade de limpeza e modelagem. Entretanto, estudos *in vitro*, tem demonstrado que estes sistemas com centro de massa excêntrica assim como nos sistemas com massa centralizada, não tocam todas as paredes o que acarreta na incompleta limpeza do canal radicular (BRASIL et al., 2017; MOE et al., 2018).

A morfologia interna do sistema de canais radiculares pode dificultar a ação dos instrumentos endodônticos às paredes do canal (LACERDA et al., 2017). O sistema de canal radicular pode apresentar diferentes secções transversais (circular, oval, oval longo ou achatado), de acordo com suas dimensões buco-lingual e méso-distal. Os canais radiculares são identificados circulares quando a relação (ratio equal) de suas dimensões é igual a 1, os ovais quando está entre 1 e 2, o oval longo entre 2 e 4 e o achatado quando esta relação é superior ou igual a 4 (WU et al., 2001; WU et al., 2003; RECHENBERG; PAQUÉ, 2013).

As diferentes secções transversais do sistema de canais radiculares podem resultar em preparo biomecânico e obturação inadequados (KARTAL; YANIKOGLU, 1992). Em canais radiculares com achatamento, a ação dos instrumentos na parede ocasiona um formato arredondado, o que origina áreas não tocadas, principalmente na direção bucolingual (WU; WESSELINK 2001, VERSIANI et al. 2011, VERSIANI et al. 2013).

Levando-se em consideração que durante o tratamento endodôntico a ação dos instrumentos na parede do canal radicular é fator primordial para a remoção da camada de *smear* e de *debris*, foi desenvolvido o instrumento rotatório único denominado XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça). Este instrumento confeccionado em liga especial de NiTi Max Wire, quando em contato com a temperatura no interior do canal radicular adapta-se a morfologia interna do canal radicular, devido a sua capacidade de contração e expansão, a qual possibilita modelagem inicial semelhante a uma lima ISO 15 e finaliza o preparo similar a ISO 30 com conicidade 0.04 (LACERDA et al., 2017). O instrumento possui em sua secção transversal seis arestas de corte e um núcleo reduzido (VAZ-GARCIA et al., 2018), que possibilita o preparo mecânico do sistema do canal radicular sem sobrecarga do instrumento propiciando espaço para o movimento hidráulico da solução irrigadora no interior do canal radicular (AZIM et al., 2017).

Estudos relataram que somente a ação de instrumentos durante o preparo do canal radicular não é eficaz para a limpeza, sendo necessário aliar às propriedades químicas das soluções irrigadoras (SPANÓ et al., 2001; RIBEIRO et al., 2012) e propriedades física (ação física resultante dos diferentes protocolos de irrigação e aspiração (AL-JADAA et al., 2009; MOZO et al., 2012; COHENCA et al., 2013; BAO et al., 2017; SIQUEIRA et al., 2018).

Diversos protocolos de irrigação/ aspiração tem sido preconizados durante o preparo biomecânico para remoção da camada de *smear* e *debris*, com destaque para a agitação mecanizada da solução irrigadora: irrigação ultrassônica, irrigação sônica e mais recentemente instrumentos que agitam a solução irrigadora como o XP endo Finisher. Estudos *in vitro* tem demonstrado que a agitação das soluções irrigadoras promove maior limpeza da parede do canal radicular quando comparada a irrigação convencional com seringa e agulha (AL-JADAA et al., 2009; MOZO et al., 2012; COHENCA et al., 2013; BAO et al., 2017; SIQUEIRA et al., 2018).

A irrigação energizada com ultrassom, comumente chamada de irrigação ultrassônica passiva (PUI), possibilita a renovação da solução irrigante por meio de microfluxo durante o preparo biomecânico evitando a saturação, a precipitação de partículas e favorecendo a remoção dos detritos mantidos em suspensão no interior do canal radicular (VAN DER SLUIS et al., 2007; JIANG et al., 2011; MOZO et al., 2012; VASCONCELOS et al. 2017). Por outro lado, segundo VAN DER SLUIS et al. (2007) durante a agitação ultrassônica pode ocorrer desgaste da dentina radicular devido ao toque do inserto na parede do canal ou, então, devido as ondas ultrassônicas promovidas pela agitação da solução no interior do canal radicular.

Com o propósito de tocar as paredes do canal radicular e favorecer a limpeza sem que haja desgaste da dentina foi desenvolvido o instrumento XP-endo Finisher (Martensite-Austenite Electropolish-FleX, FKG) (TROPE; DEBELIAN, 2015). Este instrumento em liga especial de NiTi Max Wire tem como característica principal o fato de ser confeccionado na fase martensita da liga metálica, na qual abaixo de 30°C assume forma reta e, quando aquecida, assume a fase austenita, tomando a forma distorcida ou deformada (TROPE; DEBELIAN, 2015). Desse modo quando o instrumento encontra-se fora do canal radicular, à temperatura ambiente apresenta-se reto e, quando inserido no interior do canal radicular, a temperatura superior, assume forma elíptica em seus últimos 10 mm. De acordo com o fabricante, quando acionado em movimento rotatório a 800 rpm, o instrumento atinge amplitude de 3 mm nos últimos 10 mm e, quando comprimido a amplitude de sua ponta pode atingir até 6 mm devido sua flexibilidade. Assim, quando esse instrumento é inserido e removido com movimentos de 7-8mm do interior do canal radicular, possibilita a expansão e contração da liga metálica, favorecendo o turbilhonamento da solução irrigadora no interior do canal radicular ocasionando maior remoção da camada de *smear* e *debris*.

Levando-se em consideração a presença de istmos no sistema de canais radiculares e de sua grande variação (LEONI et al., 2014), torna-se oportuno avaliar diferentes protocolos de preparo biomecânico em canais radiculares para obtenção de resultados favoráveis do tratamento endodôntico.

## **2. PROPOSIÇÃO**

O objetivo neste estudo foi avaliar, por meio de microtomografia computadorizada, a eficácia de diferentes protocolos de preparo biomecânico na limpeza e transporte apical de canais mesiais de molares inferiores com istmo.

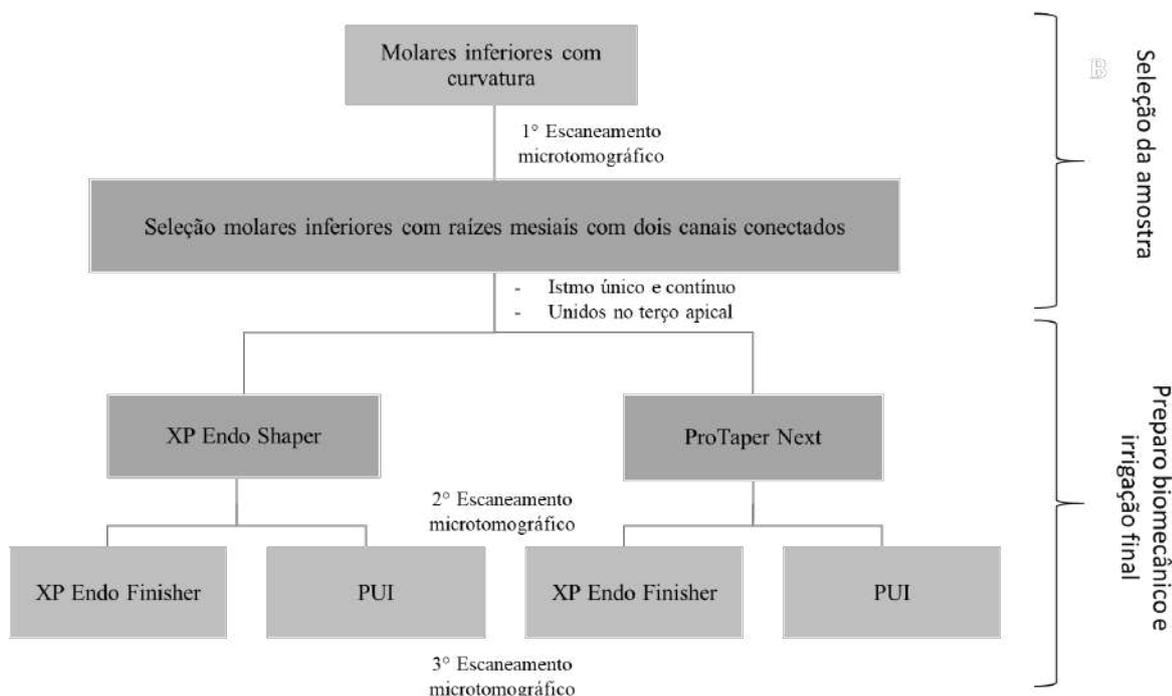
Objetivos específicos:

1. Avaliar por meio de imagens microtomográficas bidimensionais a área, perímetro, circularidade e centralização promovidos pelos sistemas XP-endo Shaper e ProTaper Next associados a irrigação ultrassônica passiva e XP-endo Finisher.
2. Avaliar por meio de imagens microtomográficas tridimensionais o volume, área de superfície e índice de estrutura do modelo (SMI) promovidos pelos sistemas XP-endo Shaper e ProTaper Next associados a irrigação ultrassônica passiva e XP-endo Finisher.
3. Avaliar por meio de microtomografia computadorizada a eficácia dos sistemas XP-endo e ProTaper Next na remoção de debris do canal mesial de molares inferiores com istmo.

### 3. Material e Métodos

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto (CAAE: 01727718.7.0000.5498).

**Figura 1.** Fluxograma



#### Seleção da amostra

Foram selecionados 110 molares inferiores humanos com rizogênese completa e estrutura radicular hígida, mantidos em solução de timol a 0,1%. Destes, foram selecionados molares inferiores que tinham raízes mesiais sem tratamento endodôntico prévio e livres de nódulos pulpares, reabsorção interna ou fratura radicular, e com curvatura moderada, de 25° a 35° de acordo com o método de SCHNEIDER (1971), totalizando 80 dentes.

Os dentes selecionados foram identificados numericamente e inseridos em recipientes plásticos individuais contendo 1 mL de soro fisiológico, e armazenados em estufa a 37°C, por 72 horas, visando sua hidratação.

#### Microtomografia computadorizada – Seleção da amostra

Os dentes inicialmente selecionados foram escaneados em microtomógrafo computadorizado (microCT) SkyScan modelo 1176 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), para finalizar a seleção da amostra. Para isso, os dentes foram posicionados, em grupos de 10, em suporte de isopor tubular meia lua e inseridos no interior da câmara do microtomógrafo de forma perpendicular à fonte de radiação, reduzindo-se assim a possibilidade de distorção da imagem. O conjunto foi levado ao microCT, o que possibilitou o seu posicionamento de forma perpendicular à fonte de radiação durante o escaneamento, reduzindo-se, assim, a possibilidade de distorção da imagem. Em seguida, no programa de controle SkyScan 1176, após a confirmação do posicionamento do espécime com auxílio da ferramenta *Video Image*, deu-se início ao escaneamento nos parâmetros de resolução isotrópica de 26,7 µm, 180° de rotação em torno do eixo vertical com passo de rotação de 1°, quantidade total de 1 quadro (*frame*), utilizando filtro de alumínio de 0,5 mm de espessura. As projeções bidimensionais das imagens geradas foram arquivadas no formato *Tagged Image File* (TIFF).

Ao término do escaneamento, os dentes foram novamente imersos em soro fisiológico e armazenados em estufa (37°C). A etapa seguinte consistiu na reconstrução das secções axiais a partir das imagens das projeções angulares, por meio do algoritmo de reconstrução de feixe cônico de Feldkamp modificado, usando o programa NRecon v.1.6.6.0 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). Foi aplicada uma redução de artefatos em forma de anel (*Ring Artifact*) no valor de 5 (escala de 0-20), de endurecimento de feixe (*Beam Hardening*) no percentual de 40% (escala de 0 a 100%), de suavização (*Smoothing*) no valor de 3 (escala de 0 a 10) e com o histograma de contraste variando de 0,003 (valor mínimo) a 0,15 (valor máximo). As secções axiais reconstruídas foram salvas em formato *Bitmap* (BMP).

A partir das imagens reconstruídas, no programa CTAn v.1.14.4.1+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) foi realizada a segmentação da imagem por meio da técnica de binarização ou *threshold* interativo, na qual é realizada a segmentação dos valores de tons de cinza da reconstrução tridimensional obtendo-se, assim, uma imagem binária onde os *pixels* pretos representaram o fundo e os *pixels* brancos, o objeto da análise. Esse processo foi realizado para a região de interesse do sistema de canais radiculares (SCR) por meio de operações matemáticas com a ferramenta *Custom Processing*, utilizando uma sequência de *plug-ins*

(*task list*) a partir da qual foram gerados modelos tridimensionais do SCR (terço apical) de cada espécime.

No programa CTVol v.2.2.3.0 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), os modelos tridimensionais foram avaliados qualitativamente em relação à configuração da morfologia do SCR.

A partir desta avaliação, foram selecionados os molares inferiores que apresentaram raiz mesial com dois canais conectados por um istmo único e contínuo (configuração de Vertucci tipo I) que permanecem unidos até o terço apical, totalizando 44 dentes.

A fim de evitar variáveis de confusão, os 44 dentes selecionados tiveram suas coroas seccionadas a aproximadamente 1 mm acima da junção cimento-esmalte. Para isso, cada espécime foi acoplado a um dispositivo na máquina Isomet 1000 (Buehler, Lake Forest, IL, EUA), na qual um disco diamantado (South Bay Technology, San Clement, CA, EUA), sob refrigeração constante, peso de 250 g e velocidade de 300 rpm, realizou o corte da porção coronária, perpendicularmente ao longo eixo da raiz. Os dentes foram novamente colocados em recipiente plástico e armazenados em estufa (37°C, 95% umidade relativa).

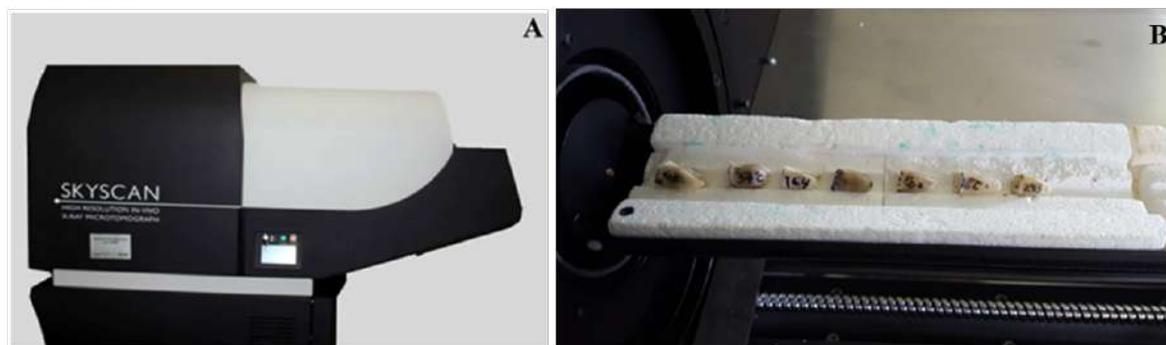
### **Análise Microtomográfica**

Após a secção das coroas, foram realizados três escaneamentos dos espécimes em microtomógrafo SkyScan 1176: o escaneamento inicial para seleção da amostra; o escaneamento intermediário, realizado após preparo biomecânico dos canais radiculares e o escaneamento final, realizado após os procedimentos de irrigação final.

Antes do escaneamento, a raiz mesial dos espécimes foi identificada com caneta permanente. Em seguida, para evitar qualquer movimento durante o escaneamento, grupos de 10 espécimes foram inseridos em tira de cera (Cera 7, Lyzanda, São Paulo, SP, Brasil) de maneira padronizada em relação à raiz mesial e posicionados no meio de um suporte para amostra, de isopor tubular meia lua (Figura 2B), para modelo SkyScan 1176 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) (Figura 2A). Este conjunto foi levado à cama de fibra de carbono no interior do microtomógrafo de forma que a face mesial dos espécimes ficasse disposta para o lado da tela touch screen do aparelho com intuito de facilitar o alinhamento (sobreposição) das imagens adquiridas durante as etapas posteriores deste estudo. Assim, em seguida, deu-se início ao escaneamento nos parâmetros de 90 kV, 278 mA, resolução isotrópica de 8,6 mm,

180° de rotação em torno do eixo vertical com passo de rotação de 0,4°, quantidade total de 2 quadros (frames), utilizando filtro de cobre de 0,1 mm de espessura. A distribuição das amostras foi realizada com base no volume médio de cada raiz, de forma a tornar os grupos homogêneos.

**Figura 2.** A) Microtomógrafo SkyScan modelo 1176. B) Espécimes posicionados no suporte de isopor para escaneamento.



Fonte: autor.

As projeções bidimensionais das imagens geradas do terço apical foram arquivadas no formato *Tagged Image File* (TIFF). As imagens bidimensionais também foram utilizadas para comparar os seguintes parâmetros: área, perímetro, circularidade e centralização antes do preparo, após o preparo biomecânico.

Ao término do escaneamento, os espécimes foram novamente armazenados em estufa (37°C, 95% umidade relativa) até o momento do preparo biomecânico.

A etapa seguinte consistiu na reconstrução das secções axiais a partir das imagens das projeções angulares, por meio do algoritmo de reconstrução de feixe cônico de Feldkamp modificado, usando o programa NRecon v.1.6.6.0 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). Sendo assim, foi aplicada redução de artefatos em forma de anel (*Ring Artifact*) no valor de 7 (escala de 0-20), de endurecimento de feixe (*Beam Hardening*) no percentual de 15% (escala de 0 a 100%), de suavização (*Smoothing*) no valor de 5 (escala de 0 a 10) e com o histograma de contraste variando de 0,00007 (valor mínimo) a 0,025 (valor máximo). As secções axiais reconstruídas foram salvas em formato *Joint Photographic Experts Group* (JPEG).

Após a reconstrução, realizou-se o processamento e análise das imagens com auxílio

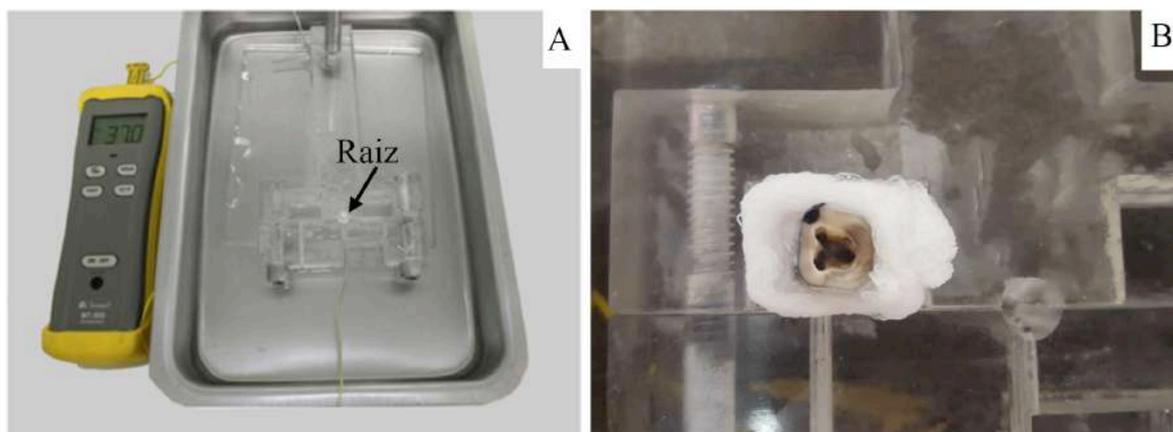
do programa CTAn v.1.14.4.1+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). O volume de interesse (VOI) foi definido como o SCR da raiz mesial, composto pelos canais mesiais e área de istmo, estendendo-se desde o nível de bifurcação dos canais a partir da região de furca até o forame apical. Por meio da ferramenta *Custom Processing*, uma sequência de *plug-ins (task list)* foi aplicada e por meio do *plug-in Save Bitmaps*, as imagens iniciais do SCR binarizado foram salvas em um novo diretório. Este novo diretório foi carregado no mesmo programa e, por meio da ferramenta *Custom Processing*, uma sequência de *plug-ins (task list)* foi novamente aplicada e obtiveram-se os dados morfométricos tridimensionais de volume (mm<sup>3</sup>), da área de superfície (mm<sup>2</sup>) e o modelo tridimensional do terço apical da raiz mesial. Ainda no mesmo programa, o comprimento do canal radicular também foi obtido.

### **Preparo biomecânico dos espécimes**

O comprimento de trabalho foi estabelecido introduzindo-se uma lima tipo K #10 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) no interior do canal até que sua ponta coincidissem com o forame apical, confirmando a patência dos canais e recuada 1 mm (Comprimento de trabalho- CT).

Previamente ao preparo biomecânico o ápice das raízes mesiais foi selado com cola quente (Hot Melt, Rhamos e Brito, São Paulo, SP, Brasil), com o intuito de evitar extravasamento da solução irrigante. Durante o preparo biomecânico foi utilizado, para todos os grupos, um recipiente em aço inox (36 X 27 X 6cm) (Figura 3A) preenchido com água a 37°C, no qual foi imerso um dispositivo acrílico com orifício para fixação da raiz (Figura 3B). Para estabilizar a temperatura da água foi utilizado um termostato (Vigoar, GPD LTDA, Hong Kong, China), com aquecedor e temperatura ajustável, o qual ficou submerso na água durante todo o preparo biomecânico, em todos os grupos experimentais.

**Figura 3.** A) Dispositivo acrílico imerso em água a 37°C no recipiente metálico. B) Raiz fixa no dispositivo acrílico.



Fonte: autor.

O preparo cervical foi realizado com brocas Gates-Glidden #2 e #3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), acionadas por contra-ângulo e micromotor em baixa rotação (Kavo, Joinville, SC, Brasil), e introduzidas uma única vez no sentido do longo eixo do canal até a profundidade correspondente a um terço do CT.

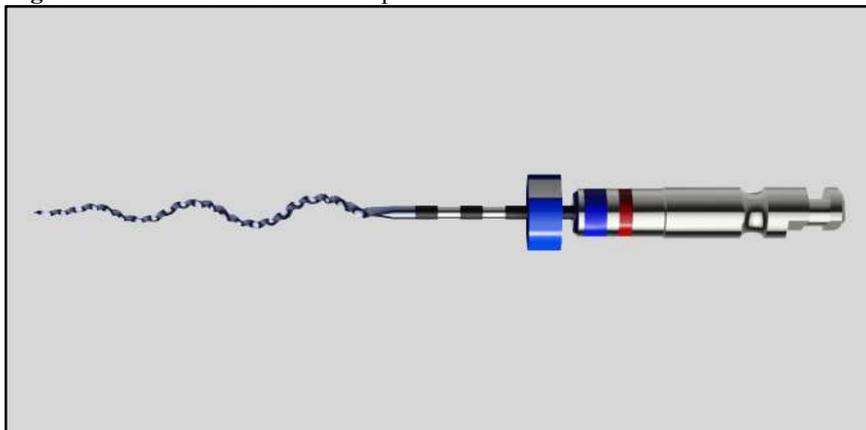
As raízes foram, então, distribuídas de acordo com o sistema de instrumentação utilizado no preparo biomecânico (n=44): GXP: XP-endo Shaper, GPN: ProTaper Next.

## Sistemas de instrumentação

### XP-endo Shaper

Nos grupos em que o preparo biomecânico foi realizado com a XP-endo Shaper (Figura 4), o canal radicular foi inundado com 2 mL NaOCl 2,5% e, em seguida, preparado com a XP-endo Shaper acionado com motor elétrico VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha) com 800 rpm e torque de 1 N/cm. O instrumento foi introduzido no interior do canal e, em seguida, ligeiramente recuado para acionar a rotação, progredindo lentamente até o comprimento de trabalho por meio de movimentos suaves de inserção. Caso o comprimento de trabalho não fosse alcançado após 3 a 5 movimentos, o processo era interrompido, o dente novamente irrigado e reiniciado o procedimento. Ao atingir o comprimento de trabalho, o canal radicular foi irrigado com 2 mL de NaOCl 2,5 % para, então, serem realizados 10 movimentos adicionais de inserção/ remoção com o instrumento, obtendo-se ampliação apical final de 30.04, conforme orientações do fabricante.

**Figura 4.** Instrumento XP endo Shaper.

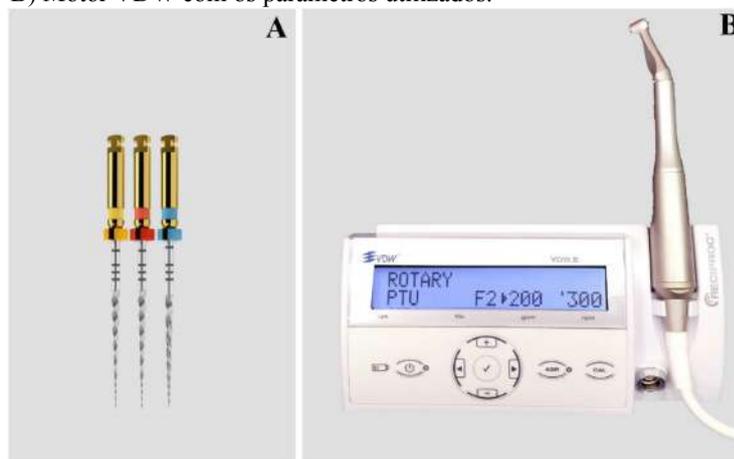


Fonte: autor.

### ProTaper Next

Nos grupos em que o preparo biomecânico foi realizado com o sistema ProTaper Next (Figura 5) os instrumentos X1, X2, X3, foram acionados por meio do contra ângulo redutor 6:1 Sirona (SN 25185; VDW GmbH, Munique, Alemanha) acoplado ao micromotor SMR 114058 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) e ao motor elétrico VDW Silver com 300 rpm e torque 2 N/cm. Cada instrumento foi utilizado com movimento de inserção/ remoção do canal radicular, com amplitude controlada de aproximadamente 3 mm e leve pressão contra as paredes (KYAW MOE et al., 2018).

**Figura 5.** A) Instrumentos X1, X2 e X3 do Sistema ProTaper Next. B) Motor VDW com os parâmetros utilizados.



Fonte: autor.

A cada troca de instrumento os canais radiculares foram irrigados com 2 mL de NaOCl a 2,5%, totalizando 6 mL de solução, com auxílio de seringa descartável de 20 mL e

agulha NaviTip 30x4 G (Ultradent Products, South Jordan, UT, EUA). Os canais foram aspirados utilizando ponta flexível Capillary Tips (Ultradent Products, South Jordan, UT, EUA) e secos com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Em seguida, o segundo escaneamento microtomográfico foi realizado, seguindo-se os protocolos descritos previamente em relação ao escaneamento e reconstrução tridimensional (volume, área de superfície, SMI) dos canais radiculares preparados. As imagens de cada espécime, obtidas no exame microtomográfico, foram alinhadas (registradas) em relação àquelas obtidas no exame microtomográfico inicial, por meio do software Mosaic 0.05 (Laboratorio di Tecnologia Medica; Istituti Ortopedici Rizzoli, Bologna, Itália). Este software foi desenvolvido para identificar e registrar as superfícies de um mesmo objeto analisado em dois conjuntos de dados, obtidos em momentos diferentes, por meio da minimização das distâncias entre as superfícies correspondentes, empregando-se um modelo rígido de transformação matemática, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(t_x) & -\sin(t_x) \\ 0 & \sin(t_x) & \cos(t_x) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(t_y) & 0 & \sin(t_y) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(t_y) & 0 & \cos(t_y) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(t_z) & -\sin(t_z) & 0 \\ \sin(t_z) & \cos(t_z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} dx \\ dy \\ dz \end{pmatrix}$$

Onde  $t_x$ ,  $t_y$  e  $t_z$  representam os ângulos de rotação e  $dx$ ,  $dy$  e  $dz$ , as alterações no ângulo de translação ao longo dos eixos  $x$ ,  $y$  e  $z$ , respectivamente.

Por convenção, o conjunto de dados obtidos previamente ao preparo foi considerado fixo, fazendo-se o registro do conjunto de dados após o preparo, em relação ao primeiro. Este novo registro de dados do canal após o preparo foi salvo em um novo diretório e, em seguida, por meio da ferramenta *Image Difference*, obteve-se a variação (diferença) entre o conjunto de dados dos espécimes obtidos antes e após o preparo, além de quantificar a presença de debris nas áreas de istmo. Este novo registro de dados também foi salvo em um novo diretório.

### **Irrigação final**

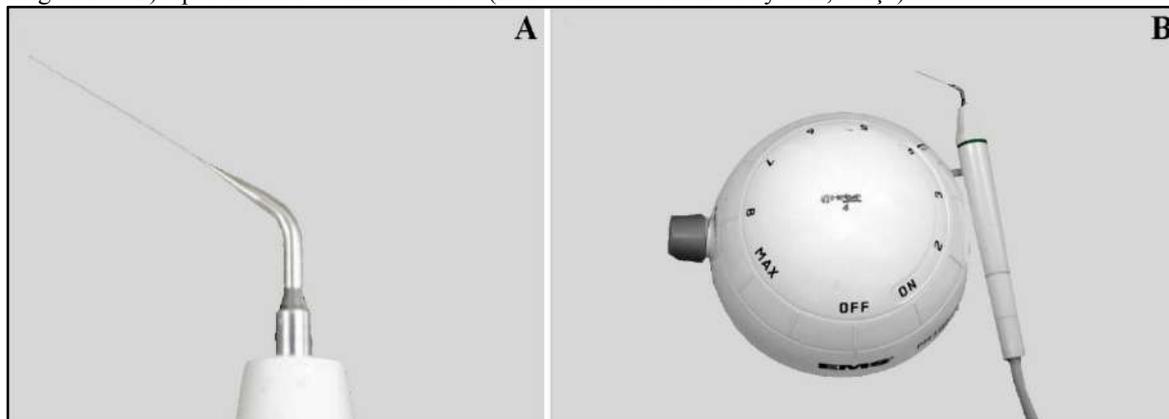
Após o segundo escaneamento as raízes foram, então, distribuídas em subgrupos de acordo com o protocolo de irrigação final: GPUI: Irrigação ultrassônica passiva e GXPF: XP-

endo Finisher. Para tanto, as raízes foram novamente alocadas no dispositivo de acrílico submerso em água a 37°C, como descrito anteriormente.

### **Irrigação ultrassônica passiva (PUI)**

Os canais radiculares foram primeiramente inundados com 2 mL de EDTA 17% para, então ser ativada por 20 s por meio de um inserto não cortante (#20, taper 0.01) de 18 mm de aço inoxidável (E1-Irrisonic, Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brasil) (Figura 6A) acoplado à unidade ultrassônica piezoelétrica (P100, EMS – Electro Medical System, Suíça) (Figura 6B). Em seguida a solução irrigadora foi aspirada por meio da cânula e o canal radicular foi inundado com 2 mL de NaOCl 2,5%, o qual foi ativado conforme descrito para a primeira solução irrigadora. Vale salientar que para ambas as soluções irrigadoras o inserto ultrassônico foi utilizado na potência de 10%, em movimentos longitudinais de inserção/remoção com amplitude de 3 mm, evitando-se tocar as paredes do canal. Este procedimento foi repetido mais 3 vezes, resultando em 6mL de solução irrigante ativada por 1 minuto.

**Figura 6.** Irrigação ultrassônica passiva (IPU). A) Ponta ultrassônica E1 utilizada para agitação das soluções irrigadoras. B) Aparelho ultrassônico PM 100 (EMS – Electro Medical System, Suíça).

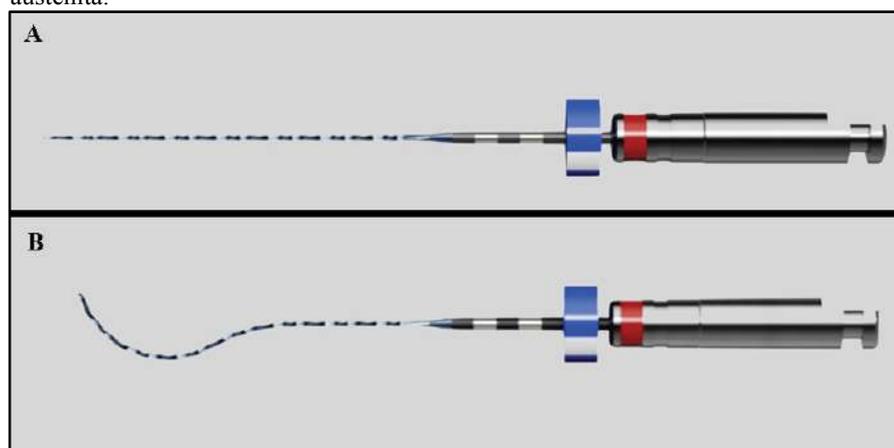


Fonte: autor.

### XP-endo Finisher

Nos grupos em que foi preconizado o protocolo de irrigação com XP-endo Finisher (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Suíça) (Figura 7), o instrumento ainda no interior do seu tubo plástico foi conectado ao contra ângulo redutor Sirona 6:1 e resfriado por meio do spray refrigerante à base de butano (Endo Ice Spray Maquira, Maringá, PR, Brasil) por 5 s para, então, ser removido em rotação (800 rpm e torque de 1 Ncm) do tubo com movimento lateral e a rotação cessada. A sequência utilizada para a irrigação final foi: 3 mL de EDTA 17% durante 60s e 3mL NaOCl 2,5% durante mais 60s, totalizando 6mL de solução irrigante durante 120s. Com o canal previamente inundado o instrumento XP-endo Finisher foi novamente acionado (800 rpm e torque de 1 Ncm) e inserido no interior do canal com movimentos longitudinais de inserção/ remoção com amplitude de 7-8 mm, contra as paredes laterais até o comprimento de trabalho, para cada solução irrigante.

**Figura 7.** Instrumento XP Endo Finisher. A) Fase martensita da liga metálica. B) Fase austenita.



Fonte: autor.

Após o protocolo de irrigação final, os canais radiculares foram lavados com 6 mL de soro fisiológico, aspirados e secos com cones de papel absorvente.

Concluído o preparo, os espécimes foram submetidos ao terceiro exame microtomográfico, seguindo-se os protocolos descritos previamente em relação ao escaneamento e reconstrução tridimensional (volume, área de superfície, SMI) do terço apical dos canais radiculares preparados, e as imagens de cada espécime obtidas foram alinhadas àquelas imagens do primeiro e segundo exame microtomográfico já realizados.

Este novo registro de dados do terço apical após o preparo biomecânico concluído foi salvo em um novo diretório e, em seguida, por meio da ferramenta *Image Difference*, foi

obtida a variação (diferença) entre o conjunto de dados dos espécimes obtidos antes e após o preparo biomecânico para o terço apical da raiz mesial. Este novo registro de dados também foi salvo em um novo diretório.

Depois do alinhamento dos espécimes, realizou-se o processamento e análise das imagens com auxílio do *software* CTAn v.1.11 (Bruker, Kontich, Bélgica) utilizando-se os mesmos parâmetros descritos no exame microtomográfico inicial. Assim, foram obtidos os dados morfométricos (área, perímetro, circularidade, diâmetro maior, diâmetro menor, volume, área de superfície, SMI) e o modelo tridimensional do terço apical da raiz mesial após o preparo, bem como sua diferença em relação ao canal não preparado.

Utilizando-se o *software* CTVol 2.1 (Bruker, Kontich, Bélgica), o modelo tridimensional gerado após a irrigação final foi sobreposto aos dois escaneamentos prévios (exame realizado antes do início do preparo e após o preparo inicial). Os modelos sobrepostos foram, então, avaliados qualitativamente em relação à superfície tocada pelos instrumentos após o procedimento experimental. Com o objetivo de facilitar a identificação dos modelos, foi aplicado cores distintas. A cor verde foi usada para identificar o modelo do canal radicular não instrumentado, enquanto a cor vermelha para o canal instrumentado.

O transporte do canal no terço apical da raiz mesial foi verificado a partir de centros de gravidade, sendo calculados para cada fatia utilizando XLSTAT-3DPlot para *Windows* (Addinsoft, Nova Iorque, EUA). A média de transporte (em mm) foram calculadas comparando o centro de gravidade, antes e depois do preparo biomecânico para o terço apical do canal radicular mesial. Os resultados foram expostos em diagramas (MARCELIANO-ALVES et al., 2014).

### **Análise estatística**

Os dados bidimensionais e tridimensionais foram submetidos a testes estatísticos preliminares, com objetivo de verificar a normalidade da distribuição amostral. Após confirmação da homogeneidade (teste de Levene) e normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov), foram empregados os testes estatísticos paramétricos de Análise de Variância para verificar a existência de diferença entre os fatores analisados e o teste complementar de

Tukey, para verificar a diferença entre os grupos, com nível de significância de 5% ( $\alpha= 0,05$ ). A análise estatística foi realizada com auxílio do *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*; SPSS Inc., Ill., EUA).

## 14. RESULTADOS

### *Microtomografia computadorizada – análise quantitativa*

A Tabela I apresenta os parâmetros 2D (área, perímetro, circularidade, centróide X e centróide Y) e 3D (volume, área de superfície, SMI) antes e após o preparo. Todos os instrumentos avaliados promoveram desgaste das paredes dos canais radiculares de forma homogênea ( $p>0,05$ ). O instrumento XP-endo Shaper associado à irrigação final com PUI promoveu maior área superficial que o mesmo instrumento associado à irrigação final com XP-endo Finisher ( $p<0,05$ ).

**Tabela I.** Parâmetros 2D e 3D dos grupos experimentais.

			XP-endo Shaper/ XP-endo Finisher	XP-endo Shaper/ PUI	PT Next/ XP-endo Finisher	PT Next/ PUI
<b>Parâmetros 2D</b>	Área	Antes prep.	0,58±0,45	0,60±0,48	0,49±0,21	0,52±0,30
		Após prep.	0,67±0,43	4,09 ±0,468	0,61±0,24	0,63±0,22
	Perímetro	Antes prep.	4,702±2,449	4,451±1,772	4,015±1,206	4,553±2,093
		Após prep.	3,871±2,124	5,160±2,495	4,349±1,206	4,534±1,329
	circularidade	Antes prep.	0,292±0,168	0,286±0,098	0,303±0,093	0,292±0,126
		Após prep.	0,385±0,209	1,488±3,275	0,335±0,095	0,334±0,124
	Centróide X	Antes prep.	10,398±0,944	10,167±0,705	10,206±0,830	10,135±1,019
		Após prep.	10,378±0,952	10,064±0,794	10,047±0,945	10,122±1,003
	Centróide Y	Antes prep.	9,057±0,751	8,986±0,824	8,919±0,611	8,969±0,950
		Após prep.	9,036±0,751	8,963±0,860	80,929±0,605	8,945±0,935
<b>Parâmetros 3D</b>	Volume	Antes prep.	2,598±1,731	2,352±1,502	2,470±1,035	2,380±1,036
		Após prep.	3,110±1,683	3,269±1,324	3,179±2,495	3,110±0,819
	Área sup	Antes prep.	25,007±9,768 <b>b</b>	22,532±7,337 <b>a</b>	25,075±7,249 <b>ab</b>	24,970±8,575 <b>ab</b>
		Após prep.	25,608±10,044	25,462±6,708	26,286±7,595	26,029±7,428
	SMI	Antes prep.	1,417±0,400	1,517±0,315	1,497±0,403	1,458±0,454
		Após prep.	1,800±0,765	2,028±0,772	1,678±0,394	1,643±0,377

Na Tabela II observa-se semelhança estatística ( $p>0,05$ ) para a redução de debris, transporte e centralização do canal radicular.

**Tabela II.** Dados morfométricos do terço apical: redução de debris, transporte do canal e centralização.

	XPS+XPF	XPS+PUI	PTN+XPF	PTN+PUI
<b>Redução de Debris</b>	71,33±12,30 A	68,1±13,7 A	71,66±15,32 A	77,99±12,45 A
<b>Transporte do Canal</b>	0,09±0,09 A	0,15±0,14 A	0,19±0,045 A	0,07±0,05 A

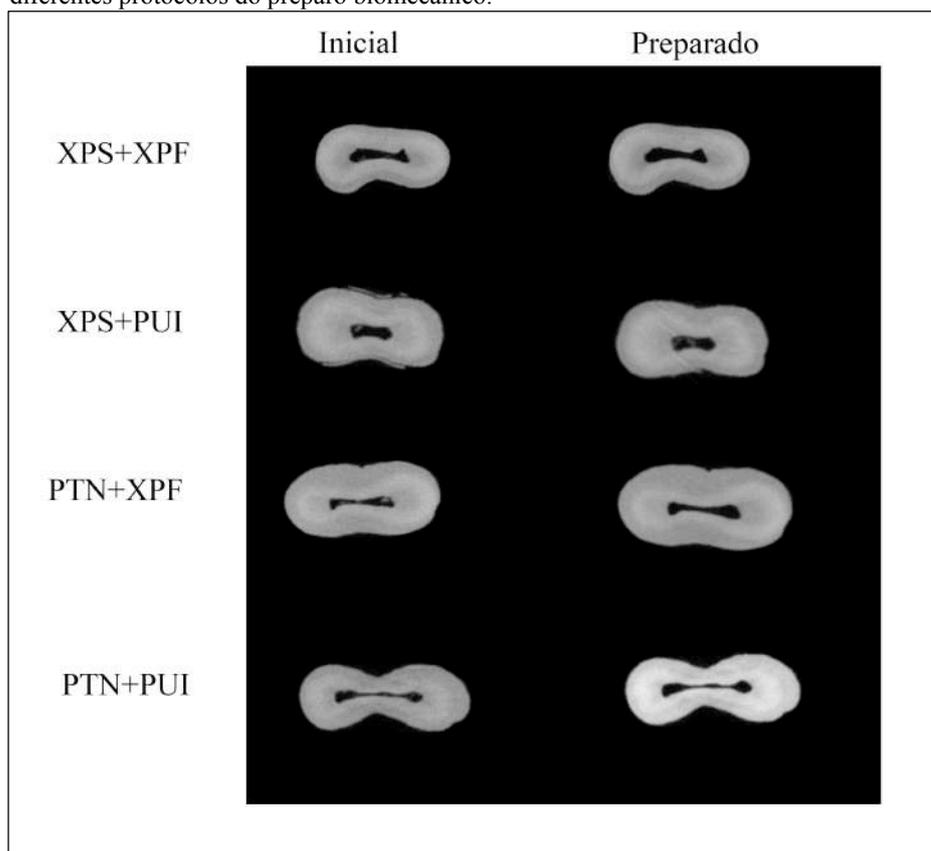
Centralização do Canal	0,51±0,60 A	1,13±1,11 A	0,82±0,99 A	0,88±0,73 A
------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

\* Letras iguais indicam semelhança estatística ( $p>0,05$ ).

### *Microtomografia computadorizada - Análise qualitativa*

A análise qualitativa das imagens microtomográficas mostra, de maneira geral, que os protocolos de preparo biomecânico propiciaram a modelagem do terço apical sem que ocorresse transporte do canal radicular. Observa-se ainda que o sistema de ProTaper Next promoveu desgaste circular nas áreas polares diferentemente do sistema XP-endo Shaper.

**Figura 8.** Imagem ilustrativa 2D, do terço apical em corte sagital antes e após os diferentes protocolos do preparo biomecânico.

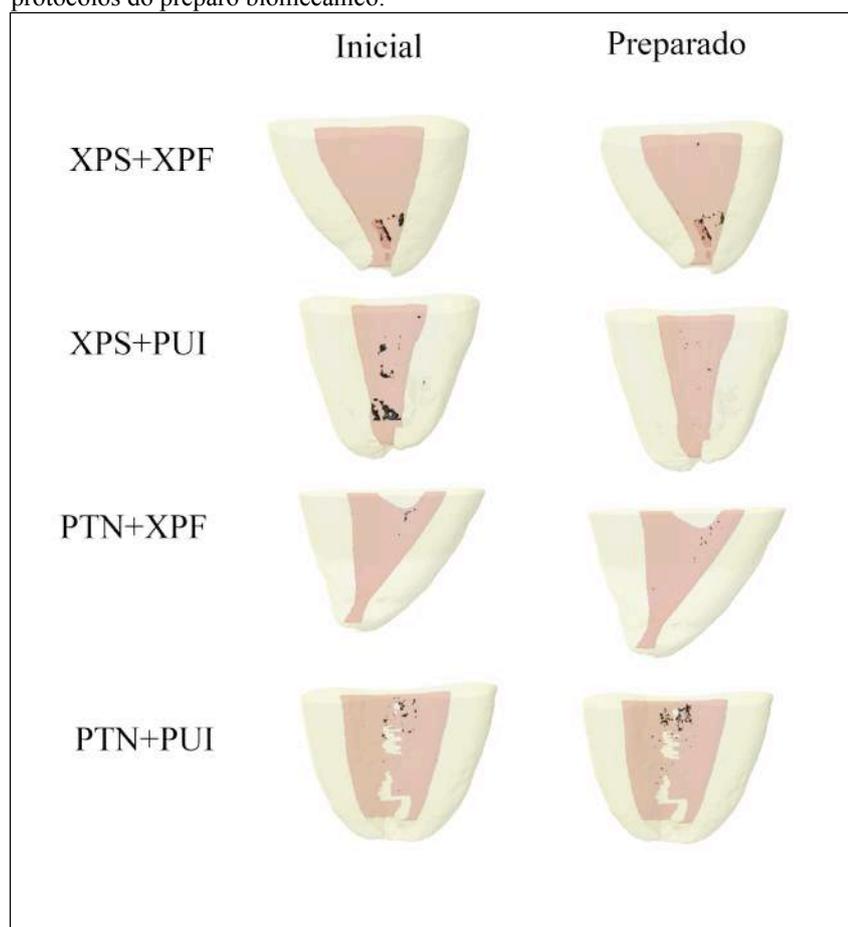


Fonte: autor.

As imagens da Figura 9 representam os espécimes dos grupos tratados com diferentes protocolos de preparo biomecânico. Para o sistema XP-endo Shaper a irrigação ultrassônica

passiva favoreceu a remoção de debris. Com a utilização do ProTaper Next os dois protocolos de irrigação propiciaram resultados semelhantes para a remoção de debris.

**Figura 9.** Imagem ilustrativa 3D, do terço apical antes e após os diferentes protocolos do preparo biomecânico.



Fonte: autor.

## 5. DISCUSSÃO

A anatomia interna dos primeiros molares inferiores é crítica devido ao volume reduzido dos canais mesiais, seja pela presença de istmos que são inalcançáveis para os instrumentos mecânicos. Estudos utilizando microtomografia revelaram que o preparo do canal radicular não consegue atingir todas as paredes dentinárias (59,6% -79,9%), e assim muitas delas permanecem intocadas após o preparo biomecânico (PAQUÉ & PETERS 2011, VERSIANI et al. 2013, De-DEUS et al. 2015, SOUSA-NETO, 2018; De DEUS et al., 2019). Siqueira Junior et al. (2018) encontraram valores de 10 a 50% de área total não tocada após o tratamento endodôntico, sendo um dos grandes desafios da odontologia. Desta maneira este estudo avaliou a eficácia da instrumentação com XP-endo Shaper e ProTaper Next associados à irrigação final com irrigação ultrassônica passiva e XP-endo Finisher na redução de debris na área de istmo, no transporte apical e capacidade de centralização em raiz mesial de molares.

Para melhor entendimento dos resultados obtidos um aspecto relacionado a metodologia empregada neste estudo merecem ser destacados. Os procedimentos endodônticos, como irrigação e preparo mecânico do sistema de canais radiculares foram realizados com os espécimes imersos, com auxílio de dispositivo confeccionado em acrílico, em água destilada e deionizada a temperatura de 37°C teve como objetivo impor as mesmas condições metodológicas em todos os grupos, não sendo um fator de variação.

O aquecimento da água destilada e deionizada a 37°C foi realizada conforme estudos prévios (HAMDAN et al., 2017; ELNAGHY; ELSAKA, 2018), para simular a temperatura corporal, uma vez que os instrumentos XP-endo confeccionados em liga especial em NiTi Max Wire, requerem temperatura superior a 30°C para aumentarem a amplitude de suas partes ativas e favorecer o toque nas paredes do canal radicular (TROPE; DEBELIAN, 2015; ELNAGHY; ELSAKA, 2018). Diferindo-se dessa metodologia, outros estudos preconizaram o aquecimento somente das soluções irrigadoras (ALVES et al., 2016), imersão dos espécimes em água aquecida (HAMDAN et al., 2017; ELNAGHY; ELSAKA, 2018), a associação desses meios para utilização dos instrumentos XP-endo (AZIM et al., 2017; LACERDA et al., 2017), ou então, utilizaram somente os instrumentos durante o preparo biomecânico, sem aquecimento das soluções irrigadoras e/ou não imergiram os espécimes em água aquecida (BAO et al., 2017; LEONI et al., 2017).

O instrumento de NiTi XP-endo Shaper (XP-endo Shaper; FKG Dentaire, Chaux-de-Fonds, Switzerland) foi produzido com liga MaxWire (FKG Dentaire) de diâmetro ISO30 e conicidade 0.1

em repouso (forma Martensita). O diferencial deste instrumento é que, quando em contato com a temperatura corporal, ele se expande (forma Austenita) à conicidade 0.4 (FKG Dentaire 2018). A liga Max Wire consegue se destacar das demais por este movimento de expansão em forma de serpente e por possuir seis arestas de cortes em sua ponta (Booster Tip), que respeita a trajetória do canal e permite uma modelagem ágil que pode passar rapidamente do tamanho #15 ao #30 (FKG Dentaire 2018). Assim, o XP-endo Shaper se torna um instrumento de alta flexibilidade e expansão, permitindo atingir locais nos quais os instrumentos convencionais não alcançam.

O instrumento XP-endo Shaper apresentam resultados promissores na limpeza e modelagem do canal radicular (VERSIANI et al., 2018; De DEUS et al., 2019), na redução bacteriana (ALVES et al., 2018; KAYA et al., 2018), resistência à fadiga (LACERDA et al., 2017; KESKIM et al., 2018; SILVA et al., 2018; ELNAGHY; ESAKA, 2018; CARDOSO et al., 2019), resistência á torção (ELNAGHY; ESAKA, 2018) e formação de trincas (AKSOY et al., 2019; UĞUR AYDIN et al., 2019). Há na literatura poucos estudos que validam a utilização da XP-endo Shaper como material de instrumentação dos canais radiculares ovais (LACERDA et al., 2017; VERSIANI et al., 2018; DE DEUS et al., 2019b) e escassez em molares inferiores (AZIM et al., 2018; De DEUS et al., 2019; POLY et al., 2019; PACHECO-YANES et al., 2019b; ZHAO et al., 2019).

O preparo biomecânico adequado do canal radicular deve resultar em um canal cônico que se restringe à luz do canal radicular, respeitando a anatomia do canal original e suas paredes dentinárias (VERSIANI et al., 2013; VAN DER VYVER et al., 2018; ZUOLO et al., 2018; POLY et al., 2019). Neste estudo não houve diferença entre os grupos experimentais avaliados. As análises bidimensional (perímetro e circularidade) e tridimensional (volume, SMI) revelaram que o instrumento XP-endo Shaper agiu de forma semelhante ao instrumento ProTaper Next promovendo o desgaste do canal de forma homogênea.

O XP-endo Shaper apresentou habilidade de instrumentação de molares inferiores semelhantes ao ProTaper Next, que já é considerada uma técnica validada para tratamento de canais curvos (HUANG et al., 2019). Estudos anteriores validaram que o XP-endo Shaper promove uma boa modelagem do canal radicular, permitindo conicidade e seguindo a anatomia original (AZIM et al., 2018; VERSIANI et al., 2018; PACHECO-YANES et al., 2019). Azim et al. (2018) em seu estudo observaram que o XP-endo Shaper preparou e tocou mais paredes do canal radicular que o Vortex Blue. Zhao et al. (2019) encontraram valores de 30,45% de paredes não tocadas após o preparo biomecânico de molar em forma de C utilizando o instrumento XP-endo Shaper. Azim et al.

(2018) e De Deus et al. (2019) apresentaram respectivamente valores de 37,6% e 31,82% de áreas não tocadas após o preparo do canal radicular com a XP-endo Shaper.

Gambill et al. (1996) definiu “capacidade de centralização” como a eficiência do instrumento de se manter centralizado no canal. A instrumentação que promove a manutenção do desenho original do canal é vista como favorável (PETERS, 2004; BERUTTI, 2012; PASQUALINI, 2012; PACHECO-YANES et al., 2019). Assim, o transporte do canal se caracteriza por um desvio do eixo original do canal durante o preparo biomecânico do sistema de canais radiculares devido à tendência que o instrumento tem de se manter em sua formação original, podendo resultar em grandes desgastes, trincas ou fraturas (American Association of Endodontics, 2015). Wu et al. (2000) mencionaram que o transporte do canal apical menor que 0,3 mm seria adequado, resultando em menor impacto no prognóstico. Peters (2004) observou que o transporte excessivo pode resultar em fraturas verticais ou perfurações do canal radicular, já que resulta em paredes mais finas, ressaltou ainda que qualquer transporte do trajeto original do canal radicular pode ser visto como desfavorável.

No presente estudo, tanto a ProTaper Next quanto o XP-endo Shaper promoveram centralização ( $>1,13$ ) e transporte ( $>0,19$ ) adequados, sem desvios radiculares. Pacheco-Yanes et al. (2019) avaliaram pela primeira vez o transporte apical o instrumento XP-endo Shaper, sendo que este apresentou menor transporte em comparação ao sistema Reciproc e o Reciproc Blue, apresentando uma capacidade em se adaptar às paredes do canal e mantendo-o centralizado.

No estudo de Poly et al. (2019) foram encontrados  $p=0,030$  para capacidade de centralização e  $P=0,028$  para transporte de canal com o uso de XP-endo Shaper. Estudos de Huang et al. (2019), Kyaw et al. (2018) e Machado et al. (2018) obtiveram resultados satisfatórios para o transporte com os instrumentos ProTaper Next. No presente estudo, o instrumento XP-endo Shaper apresentou valores baixos de transporte, semelhantes ao ProTaper Next, o que remete a ideia que este instrumento conseguiu realizar a modelagem do canal radicular, ocorrer desvio de forma excessiva, sendo uma alternativa ao preparo biomecânico do canal radicular.

O sucesso do tratamento do canal radicular está diretamente relacionado à remoção de bactérias e seus produtos (VERSIANI et al., 2018). Neste contexto, deve ser ressaltada a importância de agentes irrigantes e protocolos de irrigação durante o tratamento endodôntico, com o objetivo de remover detritos e impurezas desta região, a fim de que se permita uma redução bacteriana, que se

evite uma nova reinfecção do canal radicular e proporcione uma reparação tecidual (SIQUERA Jr, 2008; VERSIANI et al., 2011).

A literatura atual já consolida a utilização do PUI como uma ferramenta importante durante a irrigação final, já que a agitação sônica promove limpeza das paredes do canal radicular, com a consequente remoção de debris e bactérias (PAQUÉ & PETERS, 2011; FREIRE et al., 2015; NUSSTEIN et al., 2015; LEONI et al., 2017).

O aumento da área superficial (avaliação 2D) após o preparo do canal radicular foi mais evidente com a utilização da XP-endo Shaper/PUI que XP-endo Shaper/ XP-endo Finisher. A produção de micro-ondas, microcavitação e geração de calor nas paredes do canal provocadas pelo PUI (NUSSTEIN, 2015) pode ser responsável pelo aumento da área superficial, já que o instrumento XP-endo Finisher não tem poder de corte, o que favorece a preservação da morfologia do canal radicular. Com propriedades de expansão térmica, o instrumento XP-endo Finisher foi lançado com o intuito de auxiliar no tratamento de canais radiculares, promovendo limpeza do canal radicular (FKG Dentaire 2018).

A instrumentação com XP-endo Shaper ou ProTaper Next associado aos instrumentos para irrigação final resultaram em remoção de debris. O instrumento XP-endo Finisher conseguiu reduzir debris de 71,33% a 71,66 % em área de istmo, feito também alcançado pelo PUI (68,1% a 77,99%), revelando eficácia no tratamento dos canais radiculares. PUI e XP-endo Finisher utilizados como protocolos de irrigação final apresentaram redução percentual volumétrica de detritos de forma semelhante, sendo que nenhuma das duas conseguiu remover totalmente os detritos dos canais ovais (LEONI et al., 2017; DE DEUS et al., 2019b). Resultados semelhantes foram encontrados por Paqué et al. (2011) e Freire et al. (2015), os quais observaram que o sistema PUI apresentou 50,8% Pacheco-Yanes et al. (2019b) compararam a distribuição de irrigantes no sistema de canais radiculares de molares inferiores com os protocolos PUI e XP-endo Finisher, e verificaram que o XP-endo Finisher promoveu maior distribuição de irrigante ao longo do canal radicular ( $p < 0,01$ ), não havendo diferenças em áreas de istmo. Assim como Jayakumaar et al. (2019) ao comparar o sistema Hyflex e ProTaper Next associado ou não à irrigação final com XP-endo Finisher, verificaram que XP-endo Finisher resultou em paredes dentinárias mais limpas. No presente estudo XP-endo Shaper e ProTaper Next, associados ao PUI ou ao XP-endo Finisher foram estatisticamente semelhantes na remoção de debris durante o preparo biomecânico do terço apical da raiz mesial de molares inferiores com área de istmo ( $p > 0,05$ ).

No presente estudo nenhum protocolo de preparo biomecânico removeu completamente os debris da área de istmo do terço apical. Desta forma estudos adicionais são necessários para elucidar o efeito da associação de diferentes mecanismos de energização da solução irrigadora durante o preparo biomecânico e seu efeito na morfologia e limpeza dos canais radiculares.

## 6. CONCLUSÕES

Diante da metodologia utilizada e dos resultados obtidos foi possível concluir que:

1. O sistema XP-endo Shaper associado à irrigação final com PUI promoveu maior área superficial quando comparado a sua associação ao XP-endo Finisher.
2. Os protocolos de preparo biomecânico promoveram desgaste das paredes dos canais radiculares de forma homogênea.
3. Nenhum protocolo de preparo biomecânico propiciou completa remoção de debris do canal radicular.
4. Os protocolos de preparo biomecânico avaliados propiciaram a modelagem do terço apical sem que ocorresse transporte do canal radicular.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADCOCK, J.M.; SIDOW, S.J.; LOONEY, S.W.; LIU, Y.; MCNALLY, K.; LINDSEY, K.; TAY, F.R. Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system. **J. Endod.**, v.37, n.4, p.544-548, 2011.

AKSOY, Ç.; KERİŞ, E.Y.; YAMAN, S.D.; OCAK, M.; GENEÇI, F.; ÇELİK, H.H. Evaluation of XP-endo Shaper, Reciproc Blue, and ProTaper Universal NiTi Systems on Dentinal Microcrack Formation Using Micro-Computed Tomography. **J. Endod.**, v.45, n.3, p.338-342, 2019.

ALVES, F.R.; ANDRADE-JUNIOR, C.V.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; PÉREZ, A.R.; RÔÇAS, I.N.; VERSIANI, M.A.; SOUSA-NETO, M.D.; PROVENZANO, J.C.; SIQUEIRA, J.F.JR. Adjunctive Steps for Disinfection of the Mandibular Molar Root Canal System: A Correlative Bacteriologic, Micro-Computed Tomography, and Cryopulverization Approach. **J. Endod.**, v.42, n.11, p. 1667-1672, 2016.

ALVES, F.R.F.; PAIVA, P.L.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; CABREIRA, L.J.; LIMA, K.C.; SIQUEIRA, J.F. Jr; RÔÇAS, I.N.; PROVENZANO, J.C. Bacteria and Hard Tissue Debris Extrusion and Intracanal Bacterial Reduction Promoted by XP-endo Shaper and Reciproc Instruments. **J. Endod.**, v.44, n.7, p.1173-1178, 2018.

**American Association of Endodontists**. 2015. Glossary of Endodontic Terms. Disponível em: <file:///C:/Users/jpara/Downloads/GlossaryOfEndodonticTerms\_v6.pdf>. Acesso em 22/12/2019.

AZIM, A.A.; AKSEL, H.; ZHUANG, T.; MASHTARE, T.; BABU, J.P.; HUANG, G.T. Efficacy of 4 Irrigation Protocols in Killing Bacteria Colonized in Dentinal Tubules Examined by a Novel Confocal Laser Scanning Microscope Analysis. **J. Endod.**, v.42, n.6, p. 928-934, 2016

AZIM, A.A.; AKSEL, H.; MARGARET JEFFERSON, M.; HUANG, G.T. Comparison of sodium hypochlorite extrusion by five irrigation systems using an artificial root socket model and a quantitative chemical method. **Clin. Oral Investig.**, v.22, n.2, p.1055-1061, 2018.

BARATTO-FILHO, F.; DE CARVALHO JR; FARINIUK, L.F.; SOUSA-NETO, M.D.; PÉCORA, J.D.; DA CRUZ-FILHO, A.M. Morphometric analysis of the effectiveness of different concentrations of sodium hypochlorite associated with rotary instrumentation for root canal cleaning. **Braz. Dent. J.**, v.15, n.1, p.36-40, 2004.

- BAO, P.; SHEN, Y.; LIN, J.; HAAPASALO, M. In vitro efficacy of xp-endo finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. **J. Endod.**, v. 43, n. 2, p. 321-325, 2017.
- BERUTTI, E.; PAOLINO, D.S.; CHIANDUSSI, G.; ALOVISI, M.; CANTATORE, G.; CASTELLUCCI, A.; PASQUALINI, D. Root canal anatomy preservation of Wave-One reciprocating files with or without glide path. **J. Endod.**, v.38,n.1, p.101-104, 2012.
- CARDOSO, R.M.; CARVALHO ALVES, N.C.; DE MENEZES, S.E.A.C.; BATISTA, S.M.; VIEIRA, T.M.; ELGARTEN ROCHA, G.N.; DE MELO MONTEIRO, G.Q.; DE ALBUQUERQUE, D.S. Influence of Temperature on the Cyclic Fatigue of Nickel-Titanium Instruments with Different Heat Treatments on Severely Curved Canals. . **J. Contemp. Dent. Pract.**, v.20, n.6, p.697-701, 2019.
- DE DEUS, G.; BARINO, B.; ZAMOLYI, R. Q.; SOUZA, E.; JÚNIOR, A. F.; FIDEL, S.; FIDEL, R. A. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 ProTaper technique in oval-shaped canals. **J. Endod.**, v. 36 n. 11, p. 1897-1900, 2010.
- DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F.G.; SILVA, E.J.; MARINS, J.R.; SOUZA, E.M.; PEREZ, R.; LOPES, R.T.; VERSIANI, M.A.; PACIORNIK, S.; NEVES, A.D.E.A. Micro-CT Evaluation of Non-instrumented Canal Areas with Different Enlargements Performed by NiTi Systems. **Braz. Dent. J.**; v.26, n.6, p.624-629, 2015.
- DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F.G.; SIMÕES-CARVALHO, M.; CAVALCANTE, D.M.; RAMALHO, C.N.M.J.; SOUZA, E.M.; LOPES, R.T.; SILVA, E.J.N.L. Shaping efficiency as a function of time of a new heat-treated instrument. **Int. Endod. J.**, v.52, n.3, p.337-342, 2019.
- DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F.G.; ZUOLO, A.S.; CAVALCANTE, D.M.; SIMÕES CARVALHO, M.; MARINHO, A.; SOUZA, E.M.; LOPES, R.T.; SILVA, E.J.N.L. 3-dimensional Ability Assessment in Removing Root Filling Material from Pair-matched Oval-shaped Canals Using Thermal-treated Instruments. **J. Endod.**,v.45, n.9, p.1135-1141, 2019b.
- ELNAGHY, A.M.; ELSAKA, S.E. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with Protaper NEXT instruments with andwithout glide path. **J. Endod.**,v.40, n.12, p.2053-2056, 2014.

- ELNAGHY, A.M.; MANDORAH, A.; ELSAKA, S.E.. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. **Odontology**, v. 105, n.2, p. 178-183, 2017.
- ELNAGHY, A.; ELSAKA, S. Cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper compared with different nickel-titanium alloy instruments. **Clin. Oral Investig.**, v.22, n.3, p.1433-1437, 2018.
- FARINIUK, L. F.; BARATTO-FILHO, F.; DA CRUZ-FILHO, A. M.; DE SOUSA-NETO, M. D. Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the ENDO flash system. **J. Endod.**, v. 29 n. 10 , p. 651-3, 2003.
- FORNARI, V. J.; SILVA-SOUSA, Y. T.; VANNI, J. R.; PÉCORÁ, J. D.; VERSIANI, M. A.; SOUSA-NETO, M. D. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 11, p. 988-94, 2010.
- FREIRE, L.G.; IGLECIAS, E.F.; CUNHA, R.S.; 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.**,v.41,n.10, p.1660-1666, 2015.
- GAMBILL, J. M.; ALDER, M.; DEL RIO, C. E. comparison of nickeltitanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *Journal of Endodontics*, v. 22, p. 369-375, 1996.
- GERGI, R.; OSTA, N.; BOURBOUZE, G.; ZGHEIB, C.; ARBAB-CHIRANI, R.; NAAMAN, A. Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. **Int Endod J.**, 2014 Apr 9. doi: 10.1111/iej.12296. [Epub ahead of print]
- GU, L. S.; KIM, J. R.; LING, J.; CHOI, K. K.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **J. Endod.**, v. 35, n. 6, p. 791-804, 2009.
- HUANG, Z.; QUAN, J.; LIU, J.; ZHAN, W.; ZHANG, X.; HU, X. A microcomputed tomography evaluation of the shaping ability of three thermally-treated nickeltitanium rotary file systems in curved canals. *J Int Med Res.*, v.47, n.1, p.325-334, 2019.
- JAYAKUMAAR, A.; GANESH, A.; KALAISELVAM, R.; RAJAN, M.; DEIVANAYAGAM, K. Evaluation of debris and smear layer removal with XP-endo finisher: A scanning electron microscopic study. **Indian J Dent Res.**, v.30, n.3, p.420-423, 2019.

- KAYA, B.U.; ERIK, C.E.; SESLI ÇETIN, E.; KÖLE, M.; MADEN, M. Mechanical reduction in intracanal *Enterococcus faecalis* when using three different single-file systems: an ex vivo comparative study. *Int Endod J.*, 2018. doi: 10.1111/iej.12984. [Epub ahead of print]
- KESKIN, C.; INAN, U.; GULER, D.H.; KALYONCUOĞLU, E. Cyclic Fatigue Resistance of XP-Endo Shaper, K3XF, and ProTaper Gold Nickel-titanium Instruments. **J Endod.**, v.44, n.7, p.1164-1167, 2018.
- KOLLI, S.; BALASUBRAMANIAN, S.K.; KITTAPPA, K.; MAHALAXMI, S. Efficacy of XP-endo Finisher files in endodontics. **Aust Endod J.**, v.44, n.1, p.71-72, 2018.
- KYAW MOE, M.M.; HÁ, J.H.; JIN, U.M.; KIM, Y.K.; KIM, S.K. Root Canal Shaping Effect of Instruments with Offset Mass of Rotation in the Mandibular First Molar: A Micro-computed Tomographic Study. **J Endod.**, v.44, n.5, p.822-827, 2018.
- LACERDA, M.F.L.S.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; PÉREZ, A.R.; PROVENZANO, J.C.; NEVES, M.A.S.; PIRES, F.R.; GONÇALVES, L.S.; RÔÇAS, I.N.; SIQUEIRA, J.F.JR. Cleaning and Shaping Oval Canals with 3 Instrumentation Systems: A Correlative Micro-computed Tomographic and Histologic Study. **J Endod.**, v.43, n.11, p.1878-1884, 2017.
- LEONI, G.B.; VERSIANI, M.A.; SILVA-SOUSA, Y.T.; BRUNIERA, J.F.2.; PÉCORA, J.D.; SOUSA-NETO, M.D. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. **Int Endod J.**, v.50, n.4, p. 398-406, 2017.
- LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.; ROÇAS, I. N.; ELIAS, C. N. Irrigação dos canais radiculares. In: **Endodontia: biologia e técnica**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 447-476, 2015.
- MACHADO, R.; COMPARIN, D.; ENGELKE BACK, E.D.E.; ROBERTI GARCIA, L.D.F.; ALBERTON, L.R. Residual smear layer after root canal instrumentation by using Niti, M-Wire and CM-Wire instruments: A scanning electron microscopy analysis. **Eur J Dent.**; v.12, n.3, p.403-409, 2018.
- NUSSTEIN, J.M. Sonic and ultrasonic irrigation. In: Bettina B, ed. *Endodontic Irrigation: Chemical Disinfection of the Root Canal System*. Switzerland: Springer, p. 173–198, 2015.

- PACHECO-YANES, J.; GAZZANEO, I.; PÉREZ, A.R.; ARMADA, L.; NEVES, M.A.S. Transportation assessment in artificial curved canals after instrumentation with Reciproc, Reciproc Blue, and XP-endo Shaper Systems. **J Investig Clin Dent.**, v.10, n.3, e12417, 2019.
- PACHECO-YANES, J.; PROVENZANO, J.C.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; GAZZANEO, I.; PÉREZ, A.R.; GONÇALVES, L.S.; SIQUEIRA, J.F.JR. Distribution of sodium hypochlorite throughout the mesial root canal system of mandibular molars after adjunctive irrigant activation procedures: a micro-computed tomographic study. **Clin Oral Investig.**, 2019. doi: 10.1007/s00784-019-02970-5. [Epub ahead of print]
- PAQUÉ, F.; LAIB, A.; GAUTSCHI, H.; ZEHNDER, M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. **J. Endod.**, v. 35, n. 7, p. 1044-47, 2009.
- PAQUÉ, F.; PETERS, O.A. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. **J Endod.**, v.37, n.4, p.517-521, 2011.
- PAQUÉ, F.; AL-JADAA, A.; KFIR, A. Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. **Int. Endod. J.**, v. 45, n. 5, p. 413-18, 2012.
- PARANJPE, A.; GREGORIO, C.; GONZALEZ, A. M.; GOMEZ, A.; HERZOG, D. S.; PIÑA, A. A.; COHENCA, N. Efficacy of the Self-Adjusting File system on cleaning and shaping oval canals: a microbiological and microscopic evaluation. **J. Endod.**, v. 38, n. 2, p. 226-23, 2012.
- PASQUALINI, D.; BIANCHI, C.C.; PAOLINO, D.S.; MANCINI, L.; CEMENASCO, A.; CANTATORE, G.; CASTELLUCCI, A.; BERUTTI, E. Computed micro-tomographic evaluation of glide path with nickel-titanium rotary PathFile in maxillary first molars curved canals. **J Endod.**, v.38, n.3, p.389–393, 2012.
- PETERS, O.A.; LAIB, A.; GÖHRING, T.N.; BARBAKOW, F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. **J Endod.**, v. 27, n.1, p.1-6, 2001.
- PETERS, O.A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J Endod.**, v.30, n.8, p.559-567, 2004.

POLY, A.; ALMALKI, F.; MARQUES, F.; KARABUCAK, B. Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals: analysis by micro-computed tomography and double-digital radiography. **Clin Oral Investig.**, v.23, n12, p.4255-4262, 2019.

RIBEIRO, E. M.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SOUSA-NETO, M. D.; LORENCETTI, K. T.; SILVA, S. R. Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. **Microsc. Res. Tech.**, v. 75, n. 6, p. 781-90, 2012.

SABER, S.E.; NAGY, M.M.; SCH€AFER, E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod J.**, v.48, n.1, p.109-114, 2015.

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

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

SILVA, E.J.N.L.; VIEIRA, V.T.L.; BELLADONNA, F.G.; ZUOLO, A.S.; ANTUNES, H.D.S; CAVALCANTE, D.M.; ELIAS, C.N.; DE-DEUS, G. Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of XP-endo Shaper and TRUShape Instruments. **J Endod.**, v.44, n.1, p. 168-172, 2018.

SIQUEIRA, J. F. JR.; ALVES, F. R.; ALMEIDA, B. M.; DE OLIVEIRA, J. C.; ROÇAS. I. N. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or selfadjusting file to disinfect oval-shaped root canals. **J. Endod.**, v. 36, n. 11, p. 1860-1865, 2010.

SIQUEIRA JUNIOR, J.F.; RÔÇAS, I.D.N.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; PÉREZ, A.R.; RICUCCI, D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. **Braz Oral Res.**, v.32, n.1, e65, 2018.

SOUSA-NETO, M.D.; SILVA-SOUSA, Y.C.; MAZZI-CHAVES, J.F.; CARVALHO, K.K.T.; BARBOSA, A.F.S.; VERSIANI, M.A.; JACOBS, R.; LEONI, G.B. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. **Braz Oral Res.**, v. 18;32(suppl 1):e 66, 2018.

UĞUR AYDIN, Z.; KESKIN, N.B.; ÖZYÜREK, T. Effect of Reciproc blue, XP-endo shaper, and WaveOne gold instruments on dentinal microcrack formation: A micro-computed tomographic evaluation. **Microsc Res Tech.**, v.82, n.6, p.856-860, 2019.

ULUSOY, Ö.I.; SAVUR, I.G.; ALAÇAM, T.; ÇELİK, B. The effectiveness of various irrigation protocols on organic tissue removal from simulated internal resorption defects. **Int Endod J.**, v.51, n.9, p.1030-1036, 2018.

VAN DER VYVER, P.J.; PALEKER, F.; VORSTER, M.; DE WET, F.A. Root Canal Shaping Using Nickel Titanium, M-Wire, and Gold Wire: A Micro-computed Tomographic Comparative Study of One Shape, ProTaper Next, and WaveOne Gold Instruments in Maxillary First Molars. **J Endod.**, 2018 Nov 13. doi: 10.1016/j.joen.2018.09.013. [Epub ahead of print]

VANSAN, L. P.; PÉCORA, J. D.; COSTA, W. F.; MAIA CAMPOS, G. Effects of various irrigating solutions on the cleaning of the root canal with ultrasonic instrumentation. **Braz. Dent. J.**, v. 1, n. 1, p. 37-44, 1990.

VAZ-GARCIA, E.S.; VIEIRA, V.T.L.; PETITET, N.P.D.S.F.; MOREIRA, E.J.L.; LOPES, H.P.; ELIAS, C.N.; SILVA, E.J.N.L.; ANTUNES, H.D.S. Mechanical Properties of Anatomic Finishing Files: XP-Endo Finisher and XP-Clean. **Braz Dent J.**, v. 29, n.2, p.208-213, 2018.

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

VERSIANI, M.A.; LEONI, G.B.; STEIER, L.; DE-DEUS, G.; TASSANI, S.; PÉCORA, J.D.; DE SOUSA-NETO, M.D. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. **J Endod.**, V.39, N.8, P.1060-1066, 2013.

VERSIANI, M.A.; CARVALHO, K.K.T.; MAZZI-CHAVES, J.F.; SOUSA-NETO, M.D. Micro-computed Tomographic Evaluation of the Shaping Ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile Systems in Long Oval-shaped Canals. **J Endod.** , v.44, n.3, p.489-495, 2018.

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

ZHAO, Y.; FAN, W.; XU, T.; TAY, F.R.; GUTMANN, J.L.; FAN, B. Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals. **Int Endod J.**, v.52, n.9, p.1354-1365, 2019.

ZUOLO, M.L.; ZAIA, A.A.; BELLADONNA, F.G.; SILVA, E.J.N.L.; SOUZA, E.M.; VERSIANI, M.A.; LOPES, R.T.; DE-DEUS, G. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. **Int Endod J.**, v. 51, n.5, p.564-571, 2018.

dimensions. **J. Endod.**, v. 33, n. 2, p. 156-159, 2007.