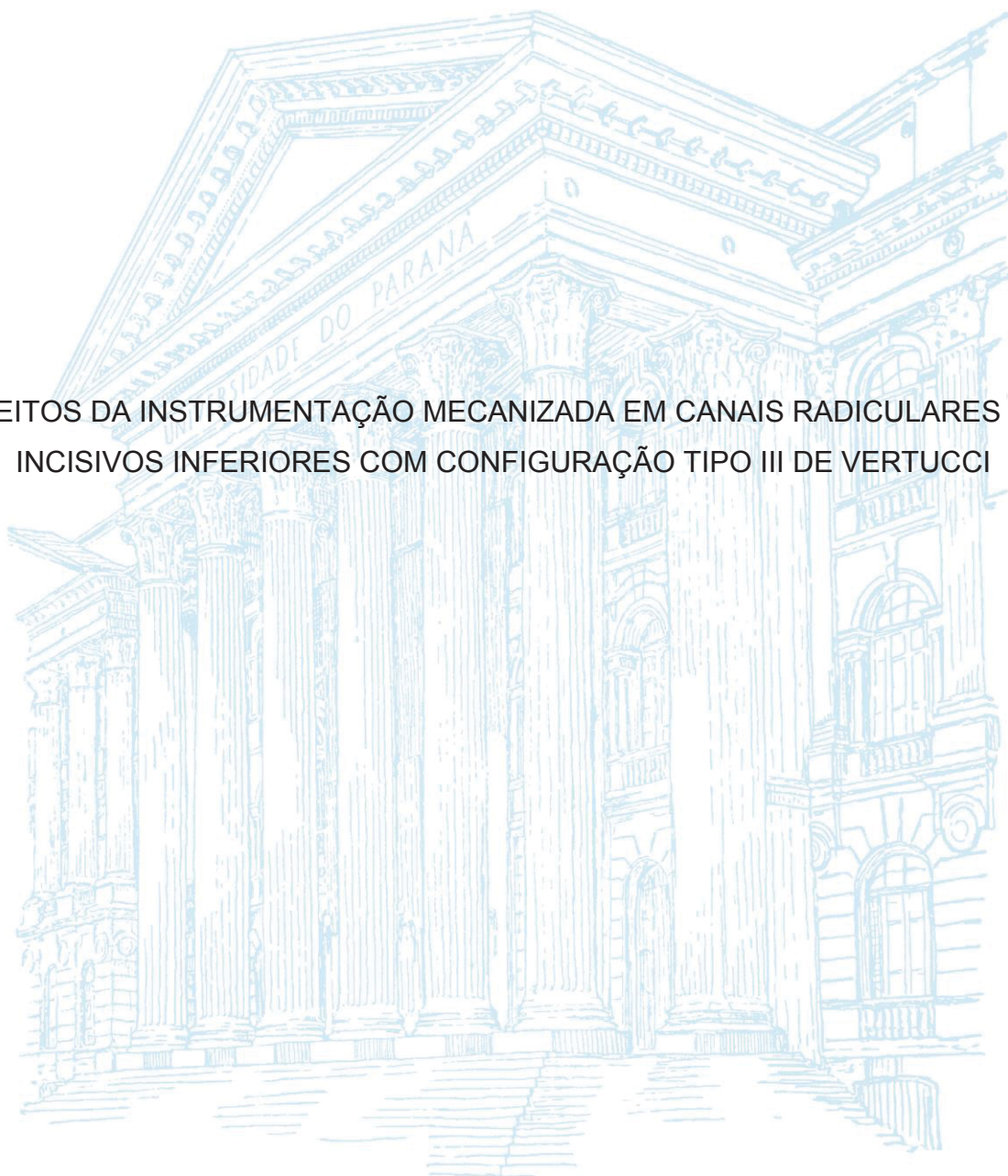


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENATA MAIRA DE SOUZA LEAL

EFEITOS DA INSTRUMENTAÇÃO MECANIZADA EM CANAIS RADICULARES DE  
INCISIVOS INFERIORES COM CONFIGURAÇÃO TIPO III DE VERTUCCI



CURITIBA

2021

RENATA MAIRA DE SOUZA LEAL

EFEITOS DA INSTRUMENTAÇÃO MECANIZADA EM CANAIS RADICULARES DE  
INCISIVOS INFERIORES COM CONFIGURAÇÃO TIPO III DE VERTUCCI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago.

CURITIBA

2021

Leal, Renata Maira de Souza

Efeitos da instrumentação mecanizada em canais radiculares de incisivos inferiores com configuração tipo III de Vertucci [recurso eletrônico] / Renata Maira de Souza Leal – Curitiba, 2021.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago

1. Endodontia. 2. Preparo de canal radicular. 3. Tratamento do canal radicular. I. Cavenago, Bruno Cavalini. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 617.6342

Maria da Conceição Kury da Silva CRB 9/1275



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ODONTOLOGIA  
40001016065P8

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **RENATA MAIRA DE SOUZA LEAL** intitulada: **Efeitos da instrumentação mecanizada em canais radiculares de incisivos inferiores com configuração tipo III de Vertucci**, sob orientação do Prof. Dr. BRUNO CAVALINI CAVENAGO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 19 de Março de 2021.

Assinatura Eletrônica

20/03/2021 09:07:05.0

BRUNO CAVALINI CAVENAGO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

07/04/2021 09:50:39.0

MARCO ANTONIO HUNGARO DUARTE

Avaliador Externo (FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO)

Assinatura Eletrônica

20/03/2021 10:26:38.0

CASSIUS CARVALHO TORRES PEREIRA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

---

Av. Pref. Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná – Brasil  
CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4134 - E-mail: posodontoufpr@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 83932

**Para autenticar este documento/assinatura, acesse**  
**<https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 83932**

Dedico este trabalho aos meus pais, Suzelita e Olivi, por toda dedicação, amor e apoio incondicional.

À minha irmã Eloisa, por sempre acreditar em mim e me incentivar.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, em primeiro lugar, por sempre me conduzir com saúde e sabedoria.

Ao meu orientador, Professor Doutor Bruno Cavalini Cavenago, por toda confiança e oportunidades concedidas ao longo desses cinco anos que trabalhamos juntos. Foi a sua dedicação, paciência e parceria que me inspiraram a seguir os caminhos da endodontia e do mestrado, te admiro muito.

À Universidade Federal do Paraná, que me acolheu desde a graduação. Ao seu Programa de Pós-Graduação em Odontologia, pela oportunidade de desenvolver este trabalho. E, aos professores, colegas e funcionários desta instituição, por todo aprendizado e conhecimento compartilhados.

Aos meus colegas e mestres Felipe Andretta Copelli e Maria Carolina Botelho Pires de Campos, por terem me ajudado e incentivado tanto na realização deste trabalho e durante mestrado.

Ao Professor Doutor Marco Antônio Hungaro Duarte, por ter aberto as portas da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP e me acolhido com tanto carinho, por toda colaboração e ensinamentos. Também aos alunos de mestrado e doutorado desta instituição, que sempre me acolheram e auxiliaram.

Ao Professor Jader Camilo Pinto, por toda a paciência e dedicação que teve em me ensinar e auxiliar durante a realização desta pesquisa. E, juntamente com o Professor Doutor Humberto Osvaldo Schwartz Filho, por abrilhantarem e enriquecerem a minha qualificação.

Por fim, a minha família e amigos, por todo amor e incentivo.

## RESUMO

O preparo do sistema de canais radiculares é uma etapa fundamental durante o tratamento endodôntico, sendo necessário para promover a sua limpeza e descontaminação, além de contribuir para uma obturação com condições de promover um melhor selamento. O aumento na dilatação do diâmetro apical aumenta significativamente a limpeza dos canais, favorecendo a melhor remoção de debris, no entanto, ainda não há um consenso na literatura de qual é o diâmetro ideal para o preparo apical nos diferentes grupos dentários, pois a condição anatômica pode ser muito variável. As gerações de instrumentos de Níquel-Titânio (NiTi) disponíveis baseiam-se em melhorias no design, cinemáticas e liga metálica com diferentes tratamentos térmicos, como benefícios, esses instrumentos proporcionam preparos mais efetivos e seguros. Os incisivos inferiores são os dentes com menores dimensões de um adulto, sendo a configuração anatômica com uma única raiz e um único canal radicular (tipo I de Vertucci) ovalado a mais frequente, com incidência de 50% a 99,6%, porém, a configuração anatômica 1-2-1 (tipo III de Vertucci) é descrita como a segunda mais frequente, com incidência de 0,6 a 33%, e apesar da grande prevalência, ainda não há estudos avaliando o preparo endodôntico nesta condição anatômica específica. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos decorrentes do preparo de canais radiculares com configuração anatômica tipo III de Vertucci de incisivos inferiores com sistemas de instrumentos mecânicos rotatórios com diferentes tratamentos térmicos. Foram selecionados trinta e seis incisivos inferiores humanos extraídos com canais radiculares tipo III de Vertucci, pareados anatomicamente através de microtomografia computadorizada (micro-CT) (Skyscan 1174, Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) com um tamanho de voxel de 16,8 µm, e distribuídos em 3 grupos (n=12), de acordo com o sistema mecânico rotatório utilizado no preparo do canal radicular. Sendo o primeiro sistema o HyFlex CM (HCM), com tratamento térmico de controle de memória, o qual aumenta a sua flexibilidade e a resistência à fadiga cíclica. O segundo sistema, HyFlex EDM (HEDM), fabricado em processo de erosão térmica por descargas elétricas, otimizando a resistência à fratura e flexibilidade. E o terceiro e último, o Sequence Rotary File (SRF), com o tratamento térmico blue, que também proporciona um aumento na flexibilidade e resistência à fadiga cíclica. Foi realizada uma irrigação ultrassônica passiva (PUI) após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm e após o preparo com os

instrumentos com diâmetro de ponta de 0,40mm. Em seguida, os dentes foram novamente escaneados através da micro-CT, após ambos os preparos, utilizando o mesmo aparelho e os mesmos parâmetros utilizados para seleção da amostra. Após a reconstrução e o registro das imagens obtidas, pré e pós instrumentações, deixando-as na mesma posição, foi mensurado o volume de canal ( $\text{mm}^3$ ), o menor e maior diâmetro dos canais vestibular e lingual, a espessura de dentina (mm), para obter a porcentagem de redução após a instrumentação, o transporte do canal radicular e a centralização, a porcentagem de debris acumulados e a porcentagem de áreas não tocadas. Os dados volumétricos foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Tukey para dados paramétricos e Kruskal-Wallis e Dunn para não paramétricos ( $P < 0.05$ ). O aumento de volume na transição do instrumento 0,25mm para 0,40mm foi mais evidente na região apical, sendo considerável nos três segmentos avaliados para os sistemas HCM e SRF. Houve um aumento do diâmetro do canal radicular, em ambos os sentidos, após o preparo com os instrumentos 0,25mm, sendo maior após o preparo 0,40mm. No segmento de 1mm aquém do vértice apical, após o preparo com o instrumento 0,40mm, o SRF proporcionou uma redução na espessura da dentina significativamente maior na parede vestibular. O preparo foi considerado centralizado no sentido mesio-distal em todos os grupos e terços avaliados, no entanto, houve um maior transporte no sentido vestibulo-lingual após ambas dilatações. O preparo com instrumentos 0,40mm reduziu a porcentagem de paredes não tocadas em todos os terços do grupo SRF e nos terços médio e apical do grupo HCM ( $P < 0.05$ ). Não houve diferença entre os sistemas e a região apical foi a que apresentou a maior porcentagem de paredes não tocadas. Não houve diferença entre os sistemas com relação ao acúmulo de debris e o terço cervical apresentou menor volume para os três grupos. Assim, pode-se concluir que o preparo com os instrumentos HCM, HEDM e SRF com diâmetro de ponta 0,40mm se mostrou efetivo, deixando um remanescente dentinário seguro, não apresentando diferenças significativas com relação ao transporte e centralização do canal radicular e reduzindo as áreas não tocadas, principalmente na região apical, para todos os sistemas.

Palavras-chave: Endodontia. Incisivos inferiores. Micro-CT. Preparo do canal radicular. Transporte de canal. Debris. Paredes não tocadas.

## ABSTRACT

The root canal preparation is a fundamental step during endodontic treatment. It is necessary to promote its cleaning and decontamination, contributing to the obturation with conditions to promote a better sealing. A mechanical increase in the size of the apical preparation significantly increases the cleaning of the canals, favoring debris removal. However, there is no consensus in the literature as to the ideal diameter for the apical preparation in different dental groups because the anatomical condition varies significantly. The generations of nickel-titanium (NiTi) instruments available are based on improvements in design, cinematics, and metal alloy with different heat treatments. These instruments have the benefit of providing more effective and safe preparations. The mandibular incisors are the smallest teeth of an adult, and the anatomical configuration with only root and only canal (Vertucci type I) oval is the most frequent, with an incidence of 50% to 99,6%. The anatomical configuration 1-2-1 (Vertucci type III) is described as the second most frequent, with an incidence of 0,6% to 33%, although the high prevalence, there are still no studies evaluating the preparation in this specific anatomical condition. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the effects resulting from the preparation of root canals with anatomical configuration Vertucci type III of mandibular incisors with systems of mechanical rotating instruments with different heat treatments. Thirty-six extracted mandibular incisors with canals Vertucci type III were selected, matched anatomically using micro-computed tomography (micro-CT) scanning (Skyscan 1174, Bruker-microCT, Kontich, Belgium) with parameters of 50kV, 800  $\mu$ A, rotation angle of 0.7 and voxel size of 16,8  $\mu$ m, and distributed into 3 groups (n=12) according to the system used in the preparation of the root canal radicular. The first system, the Hyflex CM (HCM [Coltene-Whaledent, Allstättten, Suíça]), with heat treatments of memory control, increasing its flexibility and resistance to fatigue. The second system, HyFlex EDM (HEDM [Coltene-Whaledent, Allstättten, Suíça]), manufactured in the process of heat erosion by electrical discharges, optimizing fracture resistance and flexibility. The third and last, Sequence Rotary File (SRF [MKLife, Porto Alegre, RS, Brazil]), with the blue heat treatment, which also provides an increase in flexibility and resistance to fatigue. A passive ultrasonic irrigation (PUI) was performed after preparation with instrument with tip diameter 0,25mm and after preparation with instrument with tip diameter 0,40mm. Then, the teeth were scanned again, using micro-CT, after both

preparations, using the same device and the same parameters used for sample selection. After the reconstruction and recording the images obtained, pre and post instrumentation, leaving them in the same position, the canal volume ( $\text{mm}^3$ ), the smallest and largest diameter of the buccal and lingual canals, the dentin thickness (mm) were measured to obtain the reduction percentage after instrumentation, the root canal transport and centralization, the percentage accumulated debris and the percentage of untouched areas were measured. Volumetric data were statistically analyzed using the ANOVA and Tukey tests for parametric data and Kruskal-Wallis and Dunn for non-parametric ( $P < 0.05$ ). The increase in volume in the transition from 0,25mm to 0,40mm instrument was more evident in the apical region, being considerable in the three segments evaluated for the HCM and SRF systems. The diameter of the root canal increased in both directions after preparation with instruments with tip diameter of 0,25mm, being greater after preparation of 0,40mm. In the 1mm segment below the apical apex, after preparation with instruments with tip diameter of 0,40mm, the SRF provided a significantly greater reduction in dentin thickness in the buccal wall. The preparation was considered centralized in the mesio-distal direction in all the groups and thirds evaluated. However, there was greater transport in the buccal-lingual direction after both dilations. The preparation with instruments with tip diameter of 0,40mm reduced the percentage of untouched walls in all thirds of the SRF group and in the middle and apical thirds of the HCM group ( $P < 0.5$ ). There was no difference between the systems and the apical region showed the highest percentage of untouched walls. There was no difference between the systems with respect to the accumulation of debris and the cervical third had a lower volume for the three groups. Thus, it can be concluded that the preparation with HCM, HEDM and SRF instruments with diameter tip 0,40mm proved to be effective, leaving a safe dentin remnant, without significant differences regarding the transport and centralization of the roots canals and reducing untouched areas, especially in the apical region, for all systems.

Keywords: Endodontics. Mandibular incisors. Micro-CT. Root canal preparation. Root canal transport. Debris. Untouched walls.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Representação das medianas, máxima e mínima do volume de canal radicular da anatomia original (inicial), após o preparo apical com instrumentos com diâmetro 0,25mm e 0,40mm, aumento do volume em milímetros (mm) e porcentagem (%). .....	28
FIGURA 2- Representação das medianas, máxima e mínima do diâmetro do canal radicular da anatomia original (inicial), após o preparo apical com instrumentos com diâmetro 0,25mm e 0,40mm e aumento do diâmetro em milímetros (mm). .....	30

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Representação das médias e desvio padrão da espessura de dentina da anatomia original (inicial), após o preparo apical com instrumentos com diâmetro 0,25mm e 0,40mm, redução de espessura em milímetros (mm) das paredes vestibular, lingual, mesial e distal. ....	31
TABELA 2 - Representação das medianas, máxima e mínima do transporte e médias e desvio padrão da centralização dos canais radiculares em milímetros (mm) no sentido mesio-distal após o preparo apical com instrumentos com diâmetro 0,25mm e 0,40mm. ....	35
TABELA 3 - Representação das medianas, máxima e mínima do transporte e médias e desvio padrão da centralização dos canais radiculares em milímetros (mm) no sentido vestibulo-lingual após o preparo apical com instrumentos com diâmetro 0,25mm e 0,40mm. ....	36
TABELA 4 - Representação das medianas, máxima e mínima da porcentagem de paredes não instrumentadas e debris presente nos canais radiculares após o preparo apical com instrumentos com diâmetro 0,25mm e 0,40mm. ....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>19</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3 ARTIGO</b> .....	<b>20</b>
3.1 TÍTULO.....	20
3.2 RESUMO.....	21
3.3 INTRODUÇÃO .....	22
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.5 RESULTADOS .....	27
3.6 DISCUSSÃO .....	39
3.7 CONCLUSÃO.....	43
3.8 REFERÊNCIAS.....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>47</b>
<b>ANEXO 1 PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b> .....	<b>51</b>
<b>ANEXO 2 GUIDELINES FOR PUBLISHING PAPER IN THE JOE</b> .....	<b>54</b>
<b>ANEXO 3 PARÂMETROS UTILIZADOS PARA MICRO-CT E RECONSTRUÇÃO</b> .....	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O preparo do sistema de canais radiculares é uma etapa fundamental durante o tratamento endodôntico, pois o referido procedimento inclui tanto a dilatação quanto a modelagem dos canais, necessários para promover sua descontaminação, por meio do acesso facilitado das soluções irrigadoras e medicamentos (HÜLSMANN et al., 2005). Conseqüentemente, canais modelados e limpos estarão aptos a receber uma obturação com condições de promover um melhor selamento. Essa cadeia de fatores, certamente contribuirá para um prognóstico mais favorável.

Estudos da anatomia dos canais radiculares mostram uma grande variabilidade tanto nos diferentes grupos dentários, quanto em elementos do mesmo grupo, ademais complexidades anatômicas, como a presença de curvaturas e/ou achatamento radicular, podem aumentar o grau de dificuldade do preparo e resultar em áreas de superfície não tocadas pelo instrumento, conseqüentemente, a permanência de resíduos pulpare e/ou necróticos, e de microrganismos no conduto, aumentando o risco de instalação de periodontite apical após o tratamento endodôntico (SIQUEIRA et al., 2018). Entretanto, um aumento na dilatação do diâmetro apical aumenta significativamente a limpeza dos canais, favorecendo a melhor remoção de debris, como relatado por De-Deus e colaboradores (DE-DEUS et al., 2015), onde eles observaram uma redução significativa no volume percentual de acúmulo de debris (34%) e um melhor fluxo apical do irrigante após o aumento do preparo realizado com instrumentos de 0,25mm de diâmetro de ponta para instrumentos de 0,40mm em raízes mesiais de molares inferiores. Em um estudo clínico in vivo, Rodrigues e colaboradores (RODRIGUES et al., 2017) realizaram um aumento na dilatação apical no retratamento de dentes com periodontite apical, e observaram que esse aumento proporcionou uma redução bacteriana intracanal altamente significativa, de até 99,9%, auxiliando na desinfecção do canal radicular, independentemente do tipo de solução irrigadora utilizada, pois além de tocarem mais superfícies removendo mais biofilme aderido na dentina, aumentaram a eficácia mecânica e química da irrigação, permitindo uma penetração mais profunda da agulha de irrigação e, conseqüentemente, um maior volume no terço apical. Assim como também relatado por Brunson e colaboradores (BRUNSON et al., 2010), onde observaram um aumento no volume médio da solução irrigadora de aproximadamente 44% quando aumentaram o preparo realizado com instrumento de 0,35mm de

diâmetro de ponta para instrumentos de 0,40mm em canais unirradiculares de incisivos e caninos, e o aumento do volume da solução irrigadora está relacionado a eficácia da desinfecção.

No entanto ainda não há um consenso na literatura de qual é o diâmetro ideal para o preparo apical nos diferentes grupos dentários, pois a dilatação fica limitada à condição anatômica individualizada e às possíveis variações na configuração dos canais radiculares (PETERS et al., 2004), porém, ainda é válido ressaltar que, durante o preparo químico-mecânico do canal radicular, as características originais, tanto dos condutos quanto da dentina, devem ser preservadas o tanto quanto possível (SCHILDER, 1974).

A seleção de um instrumento ou sistema de instrumentos adequado para o preparo do canal radicular é um item fundamental para obtenção do sucesso na terapia endodôntica. O primeiro conceito do uso de ligas de NiTi na fabricação de instrumentos endodônticos foi em 1975 (CIVJAN et al., 1975), devido as suas propriedades físicas e de memória de forma, mas apenas em 1988 foram introduzidos os primeiros instrumentos endodônticos de NiTi, feitos por usinagem de fio ortodôntico (WALIA, BRANTLEY e GERSTEIN, 1988). A introdução dos instrumentos com ligas de NiTi e do preparo automático mecanizado aumentou o conforto e a agilidade no tratamento endodôntico. A produção desses instrumentos teve um grande avanço tecnológico com o objetivo de proporcionar preparos com maior eficiência, assim, as gerações de instrumentos NiTi disponíveis baseiam-se em melhorias no design, cinemáticas e liga metálica com diferentes tratamentos térmicos.

O tratamento de memória controlada (CM), introduzido no mercado em 2010 pela DS Dental (Johson City, TN, EUA), foi projetado para aumentar a flexibilidade e reduzir as propriedades de memória de forma dos instrumentos (GUTMAN & GAO 2012; GAVINI et al., 2018), facilitando a sua penetração no canal radicular, além de proporcionar ao instrumento maior resistência à fadiga cíclica, com relatos que variam de 300% a 800% maior, quando comparados aos instrumentos com liga NiTi convencional (SHEN et al., 2011; PETERS et al., 2012; PLOTINO et al., 2014; GOO et al., 2017). O sistema HCM, com esta tecnologia, chegou ao mercado em 2011, com maior resistência à fadiga cíclica em comparação a outros instrumentos de NiTi convencional (PETERS et al., 2012), reduzindo o risco de transporte e perfuração. Em 2015, Marceliano-Alves e colaboradores (MARCELIANO-ALVES et al., 2015), avaliaram o preparo e a centralização de quatro diferentes sistemas em raízes mesiais

de molares inferiores, e concluíram que os sistemas HCM e Twisted File obtiveram maior capacidade de manter a anatomia do canal radicular com menor transporte do que o Reciproc e WaveOne.

Com a mesma liga NiTi, em 2016, foi apresentado ao mercado o sistema HEDM, fabricado em processo de erosão térmica por descargas elétricas, aumentando a flexibilidade do instrumento e otimizando a resistência à fratura em até 700% em comparação com a liga CM convencional (PEDULLÀ et al. 2015; PIRANI et al., 2016; GOO et al., 2017). Em 2017, Venino e colaboradores (VENINO et al. 2017), avaliaram e compararam a capacidade de modelagem dos sistemas ProTaper Next e HEDM em diferentes dentes, e concluíram que ambos preparam canais radiculares com segurança, respeitando suas anatomias originais, mas o sistema HEDM obteve melhor desempenho em relação ao transporte vestibulo-lingual e centralização nos terços médio e coronal.

Outra tecnologia, introduzida em 2012 pela Dentsply Sirona, a qual os instrumentos são repetidamente tratados termicamente e, em seguida resfriados, resulta na formação de uma camada de óxido de titânio na sua superfície, o que lhe confere um tom azulado, o tratamento Blue. O primeiro sistema que empregou essa liga foi o Vortex Blue (Dentsply Sirona), o qual aumentou a eficiência de corte, resistência à fadiga cíclica e flexibilidade do instrumento quando comparada a liga M-Wire e NiTi convencional (GUTMAN & GAO 2012; PLOTINO et al., 2014). Também com a cinemática rotatória e com o tratamento térmico Blue, foi lançado o sistema SRF, no entanto ainda não há relatos na literatura com a utilização desse sistema.

Com dimensões reduzidas no sentido mesio-distal, os incisivos inferiores são os menores dentes do adulto, e a sua estreita coroa na face lingual oferece uma área limitada para o acesso. Estudos anatômicos anteriores observaram que a configuração anatômica de uma única raiz e um único canal radicular, classificado com tipo I de Vertucci (VERTUCCI 1984), é a mais frequente em incisivos inferiores, com incidência de 50% a 99,6% (MILANEZI DE ALMEIDA et al., 2013; HAN et al., 2014; LEONI et al. 2014; LIN et al., 2014; LIU et al., 2014; ZHAO et al., 2014; DA SILVA et al., 2016; ZHENGYAN et al. 2016; MARTINS et al., 2018; SHEMESH et al., 2018; WOLF et al., 2020). Os canais classificados como oval, longo oval e em fita são muito comuns (WU et al., 2000), e são considerados padrão neste grupo dentário, o qual exige uma atenção especial durante a limpeza e modelagem desses canais radiculares, pois um aumento significativo no diâmetro do canal poderia levar a

acidentes como perfurações em regiões de maior achatamento radicular. Estudos disponíveis na literatura avaliaram o preparo em canais ovais de incisivos inferiores com diversos sistemas, em relação à parâmetros como mudanças no volume do canal e da dentina, área de superfície, debris acumulados e paredes não tocadas e demonstram a incapacidade de diversos sistemas no preparo completo desses canais (AZIM et al., 2017; VERSIANI et al., 2017; ZUOLO et al., 2017; PÉREZ et al., 2018; VELOZO et al., 2020), apresentando uma porcentagem de paredes não tocadas de até 58,8% (AZIM et al., 2017). Zuolo e colaboradores (ZUOLO et al., 2017), avaliaram o preparo com instrumentos de 0,25mm de diâmetro de ponta em canais ovais de incisivos inferiores, e observaram uma porcentagem média de 18,95% a 32,38% de paredes não tocadas. Já Versiani e colaboradores (VERSIANI et al., 2017), avaliaram o preparo com instrumentos de 0,30mm de diâmetro de ponta em canais ovais de incisivos inferiores, e observaram uma porcentagem média menor de paredes não tocadas, de 8,17% a 9,38%.

Geralmente, os estudos realizados apresentam um preparo de 0,25mm a 0,30mm em incisivos inferiores, no entanto, Milanezi de Almeida e colaboradores (MILANEZI DE ALMEIDA et al., 2013), mensuraram o diâmetro apical médio nesses dentes, os quais apresentaram 0,41mm de diâmetro médio no sentido vestibulo-lingual e 0,22mm no sentido mesio-distal, portanto, um instrumento com diâmetro apical de pelo menos 0,40mm é necessário para tocar todas as paredes na região apical. Um estudo anterior (PÉREZ et al., 2018) preparou o canal radicular de incisivos inferiores até 4 instrumentos além do diâmetro apical anatômico, e observou, na região apical, uma redução de 50% de paredes não tocadas quando comparado a apenas 2 instrumentos além do diâmetro anatômico (0,25mm ou 0,30mm). Recentemente, um outro estudo estendeu o preparo nesses dentes em 0,40mm e obteve um percentual médio de paredes não tocadas de 11,74% (VELOZO et al., 2020). Maiores dilatações, compatíveis com a anatomia do canal radicular, aumentam a superfície tocada pelo instrumento durante o preparo e promovem uma melhora na desinfecção (SIQUEIRA et al., 1999). Pérez e colaboradores (PÉREZ et al., 2018), ampliaram o canal radicular de incisivos inferiores retos em até 4 instrumentos além do diâmetro anatômico, desse modo, encontraram mais áreas do canal radicular tocadas e um mínimo de 1 mm de espessura de dentina foi mantida em toda extensão do canal. Em 2010, Fornari e colaboradores (FORNARI et al., 2010), observaram, em canais curvos de molares superiores, uma diminuição da área não instrumentada com o aumento do diâmetro

do canal radicular, apresentando em média de 55,64% de áreas não tocadas com o instrumento 30/.02 e, uma diminuição sucessiva até o instrumento 45/.02, com 32,65% em média de áreas não tocadas.

A configuração anatômica classificada como tipo III de Vertucci, onde apenas um canal deixa a câmara pulpar e bifurca-se em dois ao longo da raiz e, em seguida, unem-se novamente, terminando em apenas um canal (VERTUCCI 1984), é descrita como a segunda configuração mais frequente em incisivos inferiores (MILANEZI DE ALMEIDA et al., 2013; HAN et al., 2014; LEONI et al. 2014; LIN et al., 2014; LIU et al., 2014; ZHAO et al., 2014; DA SILVA et al., 2016; ZHENGYAN et al. 2016; MARTINS et al., 2018; SHEMESH et al., 2018; WOLF et al., 2020). Estudos anteriores apresentaram uma incidência desta configuração anatômica em incisivos inferiores que varia de aproximadamente 0,6% (MARTINS et al., 2018) a 33% (SHEMESH et al., 2018), com porcentagens significativas em estudos micro tomográficos, de 16% (MILANEZI DE ALMEIDA et al., 2013) a 28% (LEONI et al., 2014). Além da prevalência da configuração anatômica tipo III de Vertucci em incisivos inferiores, Milanezi de Almeida e colaboradores (MILANEZI DE ALMEIDA et al., 2013), também avaliaram a prevalência de canais ovais nessa configuração anatômica, observando em média de 37,5% em 1mm, 58,9% em 2mm e 76,92% em 3mm aquém do vértice apical.

Apesar da grande prevalência, ainda não há estudos avaliando o preparo nesta condição anatômica específica. A secção transversal ovalada, devido ao intenso achatamento radicular, e a bifurcação do canal radicular, podendo configurar uma dupla curvatura no sentido vestibulo lingual, sendo a primeira quando o canal bifurca e a segunda quando volta a se unir, podem elevar a dificuldade de promover um preparo centralizado, resultando em paredes não tocadas pelos instrumentos e uma limpeza ineficaz, possibilitando a permanência de resíduos teciduais e de microrganismos no conduto radicular (SIQUEIRA et al., 2018).

Sendo assim, há a necessidade da avaliação do preparo do canal radicular nesta condição anatômica específica, para se obter dados que possibilitem a realização de uma dilatação que toque um maior número de paredes desses canais radiculares deixando um remanescente dentinário seguro, levando em consideração não só o tratamento térmico dos sistemas utilizados, mas também a conicidade deles, para que não promovam acidentes como rasgos e perfurações nas regiões de maior constrição desses canais radiculares. Além disso, avaliar um preparo que permita um melhor fluxo da solução irrigadora e conseqüentemente a maior remoção de debris,

resultando na desinfecção dos canais radiculares, contribuindo para o sucesso no tratamento endodôntico.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos decorrentes do preparo de canais radiculares com configuração anatômica tipo III de Vertucci, de incisivos inferiores, com sistemas de instrumentos mecânicos rotatórios com diferentes tratamentos térmicos em diferentes níveis de dilatação.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência no aumento da dilatação do diâmetro apical do canal radicular de 0,25mm e 0,40mm em função do diâmetro apical anatômico.
- Avaliar a redução na espessura dentinária.
- Avaliar o transporte do canal radicular.
- Avaliar a capacidade de centralização do preparo do canal radicular.
- Avaliar a porcentagem de debris acumulados no canal radicular.
- Avaliar a porcentagem de paredes não tocadas após o preparo do canal radicular com os instrumentos avaliados.

### 3 ARTIGO

Versão em português do artigo para submissão na revista Journal of Endodontics.

#### 3.1 TÍTULO

Efeitos da instrumentação mecanizada em canais radiculares de incisivos inferiores com configuração tipo III de Vertucci.

Renata Maira de Souza Leal, DDS<sup>1</sup>

Bruno Cavalini Cavenago, DDS, PhD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Autor para correspondência:

Bruno Cavalini Cavenago

Departamento de Odontologia Restauradora da UFPR

Rua Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico

CEP 81210-170 Curitiba/PR Brasil

Telefone: +55 41 33604026 Fax: +55 41 33604134

E-mail: [brunocavenago@ufpr.br](mailto:brunocavenago@ufpr.br)

### 3.2 RESUMO

**Introdução:** Este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação da capacidade do preparo de canais radiculares tipo III de Vertucci de incisivos inferiores com instrumentos com diferentes tratamentos térmicos em diferentes níveis de dilatação apical. **Metodologia:** trinta e seis incisivos inferiores extraídos com canais tipo III de Vertucci foram pareados anatomicamente através de microtomografia computadorizada (micro-CT) e distribuídos em 3 grupos (n=12) de acordo com o protocolo de preparação do canal radicular (HyFlex CM [HCM], HyFlex EDM [HEDM] e Sequence Rotary File [SRF]). Após os preparos de 0,25mm e 0,40mm de diâmetro, os dentes foram novamente escaneados por micro-CT. Foram determinados o volume e diâmetros do canal, espessura de dentina, porcentagem de debris acumulados e paredes intocadas, transporte e centralização. Os dados volumétricos foram analisados estatisticamente pelos testes de ANOVA e Tukey e Kruskal-Wallis e Dunn ( $P<0.05$ ). **Resultados:** o aumento do volume foi mais evidente na região apical e do diâmetro na transição do instrumento 0,25mm para 0,40mm. No segmento de 1mm aquém do vértice apical, após o preparo 0,40mm, o SRF proporcionou uma redução na espessura de dentina significativamente maior na parede vestibular. O preparo foi considerado centralizado no sentido mesio-distal, no entanto, houve um maior transporte no sentido vestibulo-lingual. O preparo 0,40mm reduziu a porcentagem de paredes intocadas em todos os terços do SRF e nos terços médio e apical do HCM ( $P<0.05$ ). A região apical apresentou a maior porcentagem de paredes intocadas. O terço cervical apresentou o menor volume de debris acumulados para os três grupos. **Conclusão:** aumentar o preparo apical para o diâmetro de 0,40mm com os sistemas HCM, HEDM e SRF mostrou-se seguro e eficaz, reduzindo paredes intocadas.

**Palavras-chaves:** Incisivos inferiores. Micro-CT. Preparo do canal radicular. Espessura de dentina. Transporte de canal. Paredes não tocadas.

### 3.3 INTRODUÇÃO

O preparo do sistema de canais radiculares é uma etapa fundamental durante o tratamento endodôntico, o qual inclui tanto a dilatação quanto a modelagem dos canais, necessários para promover a sua descontaminação, por meio do acesso facilitado das soluções irrigadoras e medicamentos (1), e após essas etapas, estará apto a receber a obturação com condições de promover um melhor selamento, contribuindo para um prognóstico mais favorável. Durante o preparo químico-mecânico do canal radicular, as características originais, tanto dos condutos quanto da dentina, devem ser preservadas o tanto quanto possível (1, 2). Entretanto, um aumento na dilatação do diâmetro apical aumenta significativamente a limpeza dos canais, favorecendo a melhor remoção de debris (3), bem como a desinfecção do canal radicular, independentemente do tipo de solução irrigadora utilizada (4), permitindo uma penetração mais profunda da agulha de irrigação e de maiores volumes da solução química irrigadora (5).

Não há um consenso na literatura de qual é o diâmetro ideal para o preparo apical nos diferentes grupos dentários, a dilatação fica limitada à condição anatômica individualizada e às possíveis variações na configuração dos canais radiculares (6). A seleção de um instrumento, ou sistema de instrumentos, adequado para o preparo do canal radicular é um dos itens fundamentais para obtenção do sucesso na terapia endodôntica. A fim de fornecer preparos com maior eficiência, as gerações de instrumentos de Níquel-Titânio (NiTi) disponíveis baseiam-se em melhorias no design, cinemáticas e liga metálica com diferentes tratamentos térmicos.

O tratamento térmico de memória controlada (CM), aumenta a flexibilidade dos instrumentos, melhorando as propriedades de corte e reduzindo o risco de fraturas (7, 8)(GUTMAN & GAO 2012; GAVINI et al., 2018), como é o exemplo do HCM, com maior resistência à fadiga cíclica em comparação à instrumentos com liga NiTi convencional(9) (PETERS et al., 2012). Os instrumentos fabricados em processo de erosão térmica por descargas elétricas (EDM), tem uma resistência de até 700% maior em comparação a liga CM convencional (10-12)(PEDULLÀ et al. 2015; PIRANI et al., 2016; GOO et al., 2017), tendo o HEDM esse tratamento térmico. Outra tecnologia, que resulta na formação de uma camada de óxido de titânio na superfície do instrumento, denominada Blue, melhora a resistência à fadiga cíclica e flexibilidade

dos instrumentos quando comparados com liga M-Wire e NiTi convencionais (7, 13)(GUTMAN & GAO 2012; PLOTINO et al., 2014). O sistema SRF possui o tratamento térmico Blue, no entanto, ainda não há relatos na literatura com a utilização desse sistema.

Complexidades anatômicas, como a presença de curvaturas e/ou achatamento radicular, podem aumentar o grau de dificuldade do preparo e resultar em áreas de superfície não tocadas pelo instrumento, e o resultado do tratamento depende da eficácia com que o clínico elimina as bactérias, seus produtos e o tecido necrótico que serviria como substrato para o refluxo bacteriano (14). Há muitos estudos disponíveis na literatura que demonstram a incapacidade de diversos sistemas no preparo mecânico completo de canais ovais de incisivos inferiores (15-19), com uma prevalência de até 58,8% de paredes não tocadas (15). Geralmente esses estudos apresentam um preparo de 0,25mm a 0,30mm, no entanto, Milanezi de Almeida (20) mensuraram o diâmetro apical médio nesses dentes, os quais apresentaram 0,41mm de diâmetro médio no sentido vestibulo-lingual e 0,22mm no sentido mesio-distal. Recentemente, um estudo estendeu o preparo nesses dentes em 0,40mm e obteve um menor percentual médio de paredes não tocadas (11,74%), quando comparado com estudos anteriores (19).

A configuração anatômica de um único canal oval, classificada com tipo I de Vertucci (21), é descrita como a mais prevalente em incisivos inferiores, com incidência de 50% a 99,6% (20, 22-25). Entretanto, o segundo tipo mais prevalente, classificado com tipo III de Vertucci, onde apenas um canal deixa a câmara pulpar e bifurca-se em dois ao longo da raiz e, em seguida, unem-se novamente, terminando em apenas um canal (21), deve ser considerada, pois apresenta uma prevalência de 0,6 a 33% (20, 22-25). Apesar da grande prevalência, ainda não há estudos avaliando o preparo nessa condição anatômica específica. A secção transversal ovalada, devido ao intenso achatamento radicular, e a bifurcação do canal radicular, podendo configurar uma dupla curvatura no sentido vestibulo lingual, sendo a primeira quando o canal bifurca e a segunda quando volta a se unir, podem elevar a dificuldade de promover um preparo centralizado e uma limpeza eficiente.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi realizar uma avaliação da capacidade do preparo de canais radiculares com configuração anatômica tipo III de Vertucci, de incisivos inferiores, preparados com sistemas de instrumentos mecânicos

rotatórios com diferentes tratamentos térmicos em diferentes níveis de dilatação..yflex  
yflex Rotary Sequence Files

### 3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

#### **Seleção da amostra**

Para determinar o tamanho da amostra deste estudo, um cálculo amostral foi realizado utilizando o software G\*Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Alemanha) empregando o teste ANOVA, estabelecendo como parâmetros o erro tipo alfa em 0,05, poder beta em 0,80 e efeito esperado de 1,1, sendo para este considerado os estudos de Versiani (17) e Zuolo (18). Portanto foi estipulada uma amostra total de 36 dentes (n=12).

No Bando de Dentes Humanos da Universidade Federal do Paraná, foram selecionados incisivos inferiores humanos extraídos, com uma única raiz e rizogênese completa, sem tratamento endodôntico prévio e com intenso achatamento radicular no sentido méso-distal, após aprovação no comitê de ética em pesquisa da FOB/USP (1.051.377). Em seguida, esses espécimes foram radiografados por radiografia digital (Kodak RVG 500, Eastman Kodak, Rochester, NY, EUA) no sentido méso-distal, e aqueles que obtiveram uma imagem com sugestão da bifurcação do canal radicular foram selecionados. Em seguida, as amostras foram escaneadas utilizando o micro-CT Skyscan 1174 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) da Faculdade de Odontologia de Bauru, com os parâmetros de 50 kV, 800  $\mu$ A, ângulo de rotação de 0,7 e tamanho de voxel de 16,8  $\mu$ m. As imagens obtidas foram reconstruídas através do software NRecon v.1.6.4.8 (Bruker), utilizando os mesmos parâmetros para todos os espécimes e, a partir da reconstrução dos modelos tridimensionais e avaliação do volume e diâmetro dos canais radiculares, utilizando os softwares CTAn v.1.12 e CTVol v.2.2.1 (Bruker – microCT), foram selecionados 36 incisivos inferiores com canais radiculares tipo III de Vertucci.

#### **Preparo dos canais radiculares**

Uma abertura coronária padrão foi realizada em cada dente utilizando brocas diamantadas 1012, 3082 e Endo-Z (Dentsply Maillefer) em alta rotação, sob refrigeração de água. Após o acesso coronal, os canais vestibular e lingual foram

explorados com uma lima tipo K nº 10 (Dentsply Sirona) e o comprimento de trabalho (CT) foi determinado introduzindo essa lima até a visualização da sua ponta através do forame apical, o comprimento foi mensurado, e o CT foi definido em 1mm aquém desse comprimento. Em seguida, com uma lima K nº 15 (Dentsply Sirona) o canal foi instrumentado até o CT.

Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos (n=12) e foi utilizado o motor X-smart Plus (Dentsply Sirona) para os preparos conforme descrito:

- Grupo HCM (Coltene-Whaledent, Allstätten, Suíça): o instrumento 25/.08 foi utilizado primeiramente para o preparo cervical do canal radicular e, em seguida, os canais foram instrumentados seguindo a sequência: 15/.04, 20/.04, 25/.04, 30/.04 e 40/.04 até o CT, com velocidade de 500 rpm e torque de 2.5 Ncm.

- Grupo HEDM (Coltene-Whaledent, Allstätten, Suíça): os instrumentos foram inseridos nos canais radiculares com velocidade de 500 rpm e torque de 2.5 Ncm. O primeiro instrumento (25/.08 HCM) foi utilizado para o preparo do terço cervical. O instrumento 25/~ foi avançando dentro do canal radicular até o CT, então o instrumento 40/.04 realizou o alargamento do canal.

- Grupo SRF (Mk-life, Porto Alegre, RS, Brasil): o terço cervical foi preparado com o instrumento 25/.06, então foi utilizado os instrumentos na sequência até o CT: 15/.04, 20/.06, 25/.06, 35/.04 e 40/.04, preparando os canais radiculares com velocidade de 400 rpm e torque de 2.0 Ncm.

Os canais radiculares foram irrigados após cada instrumento dos sistemas com 3 mL de hipoclorito de sódio a 1%, levado aos canais por meio de uma seringa e cânulas de irrigação de 29ga (NaviTip, Ultradent Products, South Jordan, UT, EUA).

Após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm e após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,40mm, foi realizada uma irrigação ultrassônica passiva (PUI), empregando o inserto E1-Irrissonic 20.01 (Capelli e Fabris Ind., Santa Rosa do Viterbo, SP, Brasil) acoplado ao aparelho de ultrassom (NSK Varios 350) em função Endo com potência de 20%. O inserto E1-Irrissonic foi introduzido no canal radicular a 2mm aquém do CT com 3 mL de hipoclorito de sódio a 1% e ativado por 20 segundos. Então, a solução irrigadora foi renovada e o ciclo de ativação foi repetido mais 2 vezes, totalizando 60 segundos de agitação ultrassônica.

Cada instrumento HCM, HEDM e SRF foi utilizado em quatro dentes e então descartados. Todos os preparos foram realizados por um único endodontista treinado

e calibrado no uso dos instrumentos testados que era cego para os modelos virtuais 3D dos espécimes. Durante o preparo do canal radicular, as amostras foram mantidas em solução salina em temperatura ambiente. Não houve fratura de instrumentos e nenhuma perda de amostra ou erro de procedimento foi observada.

### **Escaneamento e avaliação**

Os dentes foram escaneados após o preparo com os instrumentos de 0,25mm e 0,40mm utilizando o micro-CT SkyScan 1174. Os parâmetros utilizados foram os mesmos parâmetros utilizados na seleção da amostra.

No software DataViewer (Versions 1.5.1, Bruker microCT) foi realizado o registro tanto das imagens bidimensionais quanto tridimensionais, com um conjunto de imagens referência e alvo, nos planos x-y (corte transaxial), x-z (corte coronal) e y-z (corte sagital). As imagens escaneadas após a instrumentação foram identificadas como alvo e as imagens escaneadas na seleção da amostra foram identificadas como referência. Todas as imagens após a instrumentação foram registradas com suas respectivas imagens iniciais, sobrepondo com alinhamento geométrico, para posterior análise do canal radicular.

### **Parâmetros avaliados**

No software CTAn (CTAn v.1.12, Bruker microCT) foi mensurado o volume ( $\text{mm}^3$ ) de canal em três segmentos (terço apical de 1-4 mm, terzo médio de 4-7 mm e terzo cervical de 7-10 mm aquém do forame apical), o menor e maior diâmetro dos canais vestibular e lingual em cinco segmentos (1mm aquém do forame apical, na JEC, no início da bifurcação do canal, nas seções médias do canal vestibular e lingual e na união dos canais), bem como a espessura de dentina, antes e após a instrumentação, comparando-as para obter a porcentagem de mudanças após a instrumentação. Então, as imagens dos espécimes foram segmentadas em 3 diferentes níveis transversais para obter os outros dados nos terços apical, médio e coronal da raiz.

O transporte do canal radicular e a centralização foram mensurados utilizando a equação descrita por Gambill, et al. (1996). A menor distância entre a margem mesial do canal e a raiz (X) e a menor distância entre a margem distal do canal e a raiz (Y), antes (1) e após a instrumentação (2), foram calculadas em milímetros e utilizado o valor médio aritmético para cada terzo. A equação de transporte do canal,

seguindo:  $(X1-X2) - (Y1-Y2)$ , onde um resultado de 0 significa que não há transporte do canal e outros valores representam o transporte e a sua direção (valor negativo o transporte ocorreu para X e positivo para Y). A equação de centralização, seguindo:  $(X1-X2)/(Y1-Y2)$ , onde o resultado de 1 indica completa centralização, e quanto mais próximo o valor de 0, menor a centralização. O mesmo método foi utilizado para mensurar o transporte e a centralização do canal radicular no sentido vestibulo-lingual, sendo aqui o X a menor distância entre a margem vestibular do canal e a raiz e Y a menor distância entre a margem lingual do canal e a raiz. Todas as avaliações foram realizadas por um único pesquisador treinado e calibrado.

Com operações aritméticas e lógicas entre as imagens sobrepostas, foi calculado a porcentagem de debris (% debris) acumulados nos canais radiculares e a porcentagem de áreas não tocadas (% área não instrumentada) após a instrumentação (26).

### **Análise estatística**

Os dados foram analisados estatisticamente com os testes de D'Agostino e Pearson para verificação da normalidade, sendo assim adotado os testes de Anova e Tukey para os dados paramétricos e Kruskal-Wallis e Dunn para os dados não paramétricos. O nível de significância de 5% ( $P < 0.05$ ) foi adotado para todos os testes. A execução da análise estatística foi realizada utilizando o programa GraphPad Prism 8 (La Jolla, CA, Estados Unidos).

## **3.5 RESULTADOS**

O pareamento anatômico se mostrou efetivo pois não houve diferença estatisticamente significativa no volume inicial entre os espécimes para todos os segmentos. Nos terços apical e médio, após o preparo com instrumento com diâmetro de ponta 0,25mm, o sistema SRF proporcionou um aumento de volume significativamente maior quando comparado ao HCM. O aumento de volume na transição do instrumento com diâmetro de ponta 0,25mm para o 0,40mm foi mais evidente no terço apical, com um aumento de volume médio de pelo menos 2 vezes maior em cada um dos sistemas. Na figura 1 estão apresentados os valores de mediana, máxima e mínima, referentes ao volume de canal inicial e proporcionado pelos instrumentos em todos os segmentos avaliados.

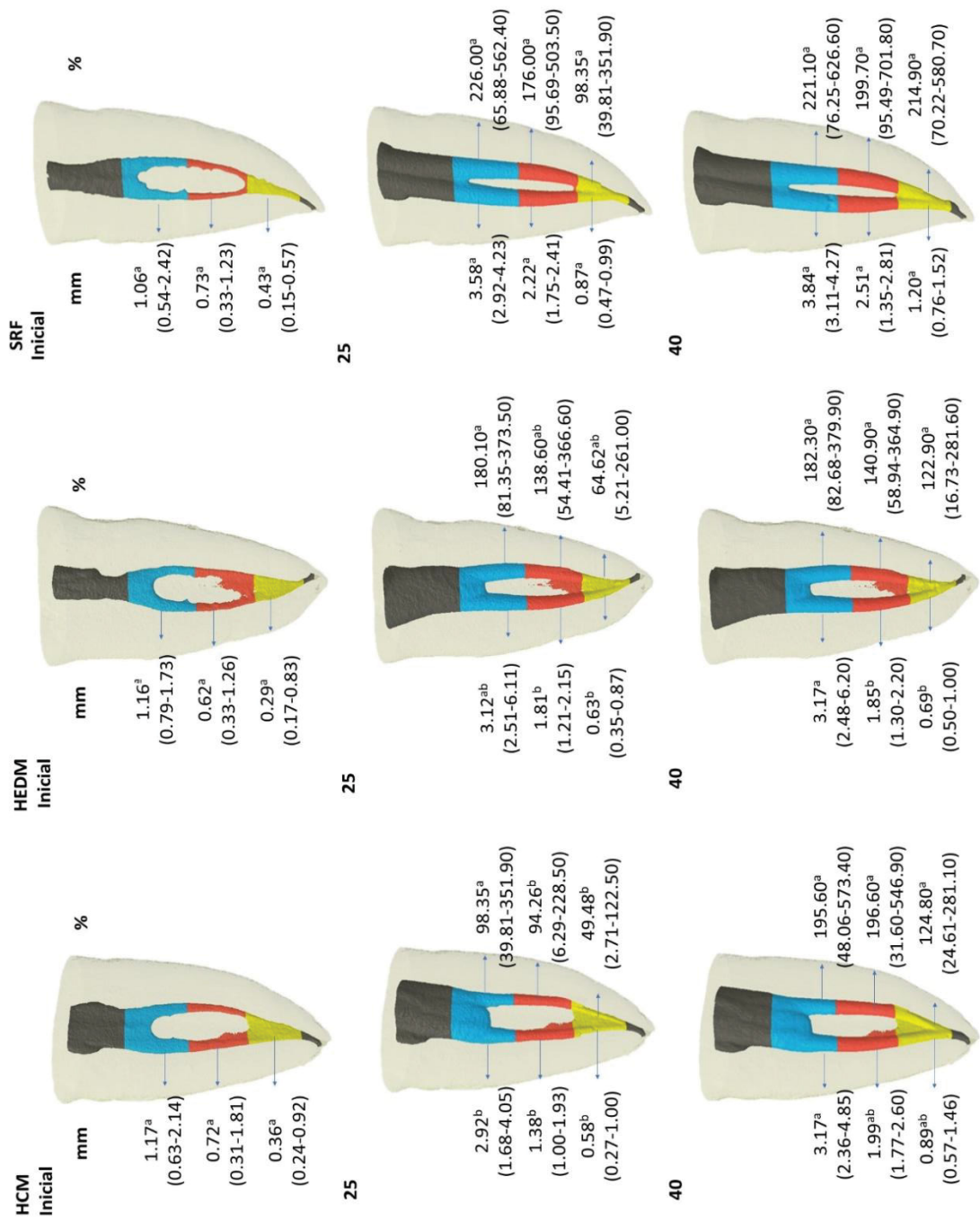


FIGURA 1 - Representação das medianas, máxima e mínima do volume de canal radicular da anatomia original (inicial), após o preparo apical com instrumentos com diâmetro 0,25mm e 0,40mm, aumento do volume em milímetros (mm) e porcentagem (%), a cor amarela representa o terço apical, a vermelha o terço médio e a azul o terço cervical dos canais radiculares. Diferentes letras sobrescritas em cada linha representam diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

De modo geral, houve um aumento do diâmetro do canal radicular, em ambos os sentidos, após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm e 0,40mm, e estatisticamente significativo intra grupo no sentido méso-distal em todos os segmentos e no sentido vestibulo-lingual no meio da bifurcação e na JCE. Na figura 2 estão apresentados os valores de mediana, máxima e mínima, referentes ao diâmetro do canal radicular inicial e proporcionado pelos instrumentos, no sentido vestibulo-lingual e méso-distal, nos segmentos avaliados.

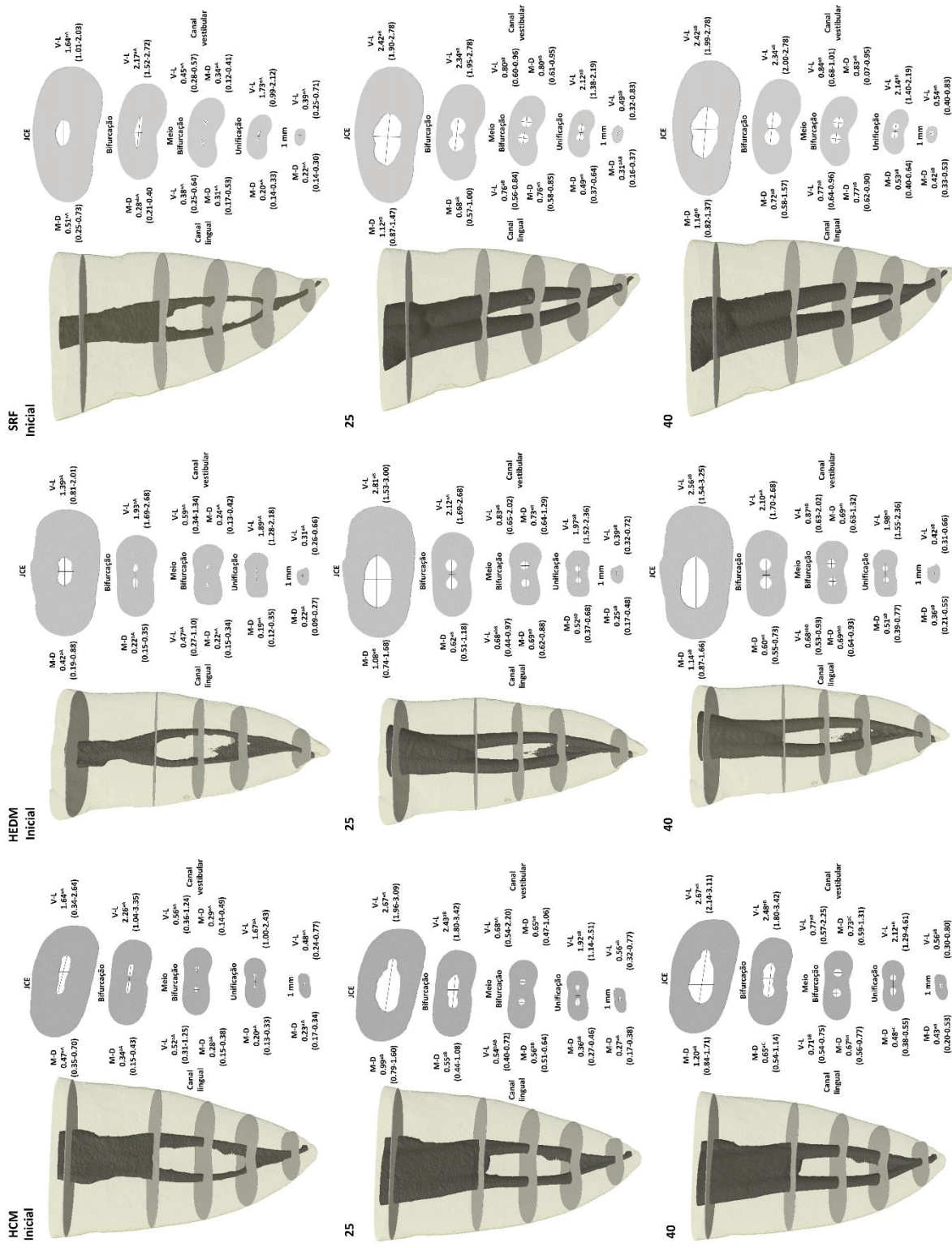


FIGURA 2- Representação das medianas, máxima e mínima do diâmetro do canal radicular da anatomia original (inicial), após o preparo apical com instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm e de 0,40mm, e aumento do diâmetro em milímetros (mm). Diferentes letras sobreescritas em cada linha indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Diferentes letras sobreescritas em cada coluna indicam diferença estatisticamente significativa entre os preparos até o diâmetro de ponta de 0,25mm e 0,40mm.

Na tabela 1 estão apresentados os valores das médias e desvio padrão referentes à espessura de dentina inicial e à redução após a instrumentação em milímetros (mm), nas paredes vestibular, lingual, mesial e distal nos segmentos avaliados. Os espécimes do grupo SRF apresentaram uma espessura de dentina entre os canais, no meio da bifurcação, significativamente maior ( $1.38 \pm 0.27$ ) quando comparado aos do HEDM ( $0.95 \pm 0.33$ ), e os do HCM foram similares entre os grupos ( $1.16 \pm 0.54$ ). Após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta 0,25mm, o grupo HCM teve uma redução de dentina ( $1.05 \pm 0.49$ ) significativamente maior quando comparado ao HEDM ( $0.59 \pm 0.29$ ), e o SRF ( $0.75 \pm 0.26$ ) foi similar entre os grupos. Já após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta 0,40mm, os grupos foram similares entre si, SRF ( $0.69 \pm 0.25$ ), HCM ( $0.94 \pm 0.48$ ) e HEDM ( $0.59 \pm 0.30$ ). No segmento de 1mm aquém do vértice apical, determinado como término do preparo, não houve uma redução significativa de dentina nas paredes mesial e distal após o preparo em todos os grupos, sendo que nos grupos HEDM e SRF a espessura de dentina, nas referidas paredes, foi similar ( $P > 0.05$ ) após preparo com instrumentos com diâmetro de ponta de 0,40mm quando comparados com instrumentos de 0,25mm.

**TABELA 1 - REPRESENTAÇÃO DAS MÉDIAS E DESVIO PADRÃO DA ESPESSURA DE DENTINA DA ANATOMIA ORIGINAL (INICIAL), APÓS O PREPARO APICAL COM INSTRUMENTOS COM DIÂMETRO DE PONTA DE 0,25mm E 0,40mm, REDUÇÃO DE ESPESSURA EM MILÍMETROS (MM) DAS PAREDES VESTIBULAR, LINGUAL, MESIAL E DISTAL.**



Meio Bifurcação	25	1.74 ± 0.24 <sup>aA</sup>	1.84 ± 0.26 <sup>aA</sup>	1.76 ± 0.26 <sup>aAB</sup>	1.71 ± 0.25 <sup>AB</sup>	1.91 ± 0.28 <sup>aA</sup>	1.79 ± 0.26 <sup>aA</sup>	1.01 ± 0.16 <sup>AB</sup>	0.94 ± 0.10 <sup>AB</sup>	0.92 ± 0.21 <sup>AB</sup>	0.86 ± 0.19 <sup>AB</sup>	0.88 ± 0.19 <sup>AB</sup>	0.87 ± 0.16 <sup>AB</sup>	1.02 ± 0.17 <sup>AB</sup>	1.02 ± 0.13 <sup>AB</sup>	0.95 ± 0.17 <sup>AB</sup>	0.92 ± 0.15 <sup>AB</sup>	0.95 ± 0.13 <sup>a</sup>	0.90 ± 0.10 <sup>aB</sup>
	40	1.71 ± 0.22 <sup>aB</sup>	1.85 ± 0.26 <sup>aA</sup>	1.74 ± 0.27 <sup>AB</sup>	1.75 ± 0.18 <sup>AB</sup>	1.86 ± 0.33 <sup>aA</sup>	1.79 ± 0.25 <sup>aA</sup>	0.89 ± 0.12 <sup>aC</sup>	0.90 ± 0.09 <sup>AB</sup>	0.93 ± 0.22 <sup>AB</sup>	0.87 ± 0.17 <sup>AB</sup>	0.86 ± 0.18 <sup>AB</sup>	0.84 ± 0.17 <sup>AB</sup>	0.96 ± 0.12 <sup>AB</sup>	0.95 ± 0.11 <sup>AB</sup>	0.93 ± 0.13 <sup>AB</sup>	0.91 ± 0.14 <sup>AB</sup>	0.95 ± 0.13 <sup>AB</sup>	0.89 ± 0.12 <sup>AB</sup>
Bifurcação	Pré	1.98 ± 0.23 <sup>aA</sup>	1.94 ± 0.36 <sup>aA</sup>	1.95 ± 0.30 <sup>aA</sup>	2.01 ± 0.24 <sup>aA</sup>	1.92 ± 0.32 <sup>aA</sup>	1.95 ± 0.29 <sup>aA</sup>	1.22 ± 0.14 <sup>aA</sup>	1.08 ± 0.22 <sup>aA</sup>	1.16 ± 0.19 <sup>aA</sup>	1.26 ± 0.15 <sup>aA</sup>	1.11 ± 0.16 <sup>aA</sup>	1.22 ± 0.18 <sup>aA</sup>						
	25	1.94 ± 0.23 <sup>aA</sup>	1.87 ± 0.25 <sup>aA</sup>	1.85 ± 0.30 <sup>aAB</sup>	1.86 ± 0.22 <sup>AB</sup>	1.85 ± 0.32 <sup>aA</sup>	1.79 ± 0.33 <sup>aA</sup>	1.00 ± 0.22 <sup>AB</sup>	0.95 ± 0.23 <sup>AB</sup>	0.95 ± 0.22 <sup>AB</sup>	1.11 ± 0.22 <sup>AB</sup>	0.96 ± 0.13 <sup>AB</sup>	0.96 ± 0.20 <sup>AB</sup>						
40	1.92 ± 0.22 <sup>aA</sup>	1.82 ± 0.29 <sup>AB</sup>	1.83 ± 0.29 <sup>AB</sup>	1.84 ± 0.21 <sup>AB</sup>	1.83 ± 0.35 <sup>aA</sup>	1.77 ± 0.31 <sup>aA</sup>	0.97 ± 0.20 <sup>AB</sup>	0.88 ± 0.22 <sup>AB</sup>	0.93 ± 0.23 <sup>AB</sup>	1.04 ± 0.18 <sup>aC</sup>	0.91 ± 0.15 <sup>AB</sup>	0.93 ± 0.22 <sup>AB</sup>							
JCE	Pré	2.03 ± 0.21 <sup>aA</sup>	2.19 ± 0.25 <sup>aA</sup>	2.15 ± 0.31 <sup>aA</sup>	2.20 ± 0.29 <sup>aA</sup>	2.38 ± 0.27 <sup>aA</sup>	2.29 ± 0.21 <sup>aA</sup>	1.50 ± 0.12 <sup>aA</sup>	1.43 ± 0.14 <sup>aA</sup>	1.45 ± 0.14 <sup>aA</sup>	1.48 ± 0.11 <sup>aA</sup>	1.45 ± 0.14 <sup>aA</sup>	1.45 ± 0.14 <sup>aA</sup>						
	25	1.85 ± 0.35 <sup>aA</sup>	1.97 ± 0.41 <sup>aA</sup>	1.93 ± 0.31 <sup>aA</sup>	1.54 ± 0.41 <sup>AB</sup>	1.49 ± 0.58 <sup>AB</sup>	1.70 ± 0.39 <sup>AB</sup>	0.98 ± 0.28 <sup>AB</sup>	0.94 ± 0.37 <sup>AB</sup>	1.03 ± 0.22 <sup>AB</sup>	1.08 ± 0.29 <sup>AB</sup>	1.00 ± 0.20 <sup>AB</sup>	1.00 ± 0.20 <sup>AB</sup>						
40	1.82 ± 0.34 <sup>aA</sup>	1.97 ± 0.41 <sup>aA</sup>	1.92 ± 0.32 <sup>aA</sup>	1.46 ± 0.41 <sup>AB</sup>	1.50 ± 0.55 <sup>AB</sup>	1.67 ± 0.40 <sup>AB</sup>	0.94 ± 0.24 <sup>AB</sup>	0.92 ± 0.38 <sup>AB</sup>	1.00 ± 0.24 <sup>AB</sup>	1.05 ± 0.27 <sup>AB</sup>	0.99 ± 0.18 <sup>AB</sup>	0.99 ± 0.18 <sup>AB</sup>							

- Diferentes letras minúsculas sobrescritas em cada linha indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos Vestibular e Lingual/Mesial e Distal. Diferentes letras maiúsculas sobrescritas em cada coluna indicam diferença estatisticamente significativa entre os preparos até o diâmetro apical de 0,25mm e 0,40mm.

No sentido mésio-distal, houve um aumento do transporte do canal radicular após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,40mm quando comparado com os de 0,25mm no terço médio do grupo HEDM e nos terços médio e apical do SRF, e todos os sistemas e terços apresentaram valores de centralização acima de 0,7. Já no sentido vestibulo-lingual, houve um maior transporte após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta 0,25mm e 0,40mm, principalmente na parede lingual, e todos os sistemas e terços apresentaram valores de centralização abaixo de 0,7. Nas tabelas 2 e 3 estão apresentados os valores referentes ao transporte e centralização dos canais radiculares no sentido mésio-distal e vestibulo-lingual.

**TABELA 2** - REPRESENTAÇÃO DAS MEDIANAS, MÁXIMA E MÍNIMA DO TRANSPORTE E MÉDIAS E DESVIO PADRÃO DA CENTRALIZAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES EM MILÍMETROS (MM) NO SENTIDO MÉDIO-DISTAL APOS O PREPARO APICAL COM INSTRUMENTOS COM DIÂMETRO DE PONTA DE 0,25MM E 0,40MM.

	Transporte			Centralização		
	Preparo .25	Preparo .40	Preparo .25	Preparo .25	Preparo .40	Preparo .40
<b>H CM</b>						
Cervical	0.03 (-0.16-0.44) <sup>a</sup>	0.03 (-0.16-0.42) <sup>a</sup>	0.71 ± 0.18 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.17 <sup>b</sup>		
Médio	0.01 (-0.04-0.06) <sup>a</sup>	0.005(-0.05-0.06) <sup>b</sup>	0.83 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.85 ± 0.08 <sup>a</sup>		
Apical	-0.001 (-0.01-0.04) <sup>a</sup>	0.01 (-0.04-0.03) <sup>a</sup>	0.82 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.86 ± 0.11 <sup>b</sup>		
<b>H EDM</b>						
Cervical	0.05 (-0.14-0.31) <sup>a</sup>	0.05 (-0.14-0.29) <sup>a</sup>	0.73 ± 0.17 <sup>a</sup>	0.74 ± 0.15 <sup>a</sup>		
Médio	0.03 (-0.02-0.10) <sup>a</sup>	0.04 (-0.02-0.11) <sup>b</sup>	0.82 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.12 <sup>a</sup>		
Apical	0.009 (-0.04-0.08) <sup>a</sup>	0.01 (-0.03-0.07) <sup>a</sup>	0.76 ± 0.13 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.10 <sup>a</sup>		
<b>SRF</b>						
Cervical	-0.02 (-0.98-0.11) <sup>a</sup>	-0.02 (-0.38-0.14) <sup>a</sup>	0.71 ± 0.19 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.19 <sup>b</sup>		
Médio	0.02 (-0.03-0.08) <sup>a</sup>	0.03 (-0.03-0.05) <sup>a</sup>	0.85 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.86 ± 0.07 <sup>a</sup>		
Apical	0.001 (-0.03-0.03) <sup>a</sup>	-0.01 (-0.03-0.02) <sup>a</sup>	0.82 ± 0.13 <sup>a</sup>	0.89 ± 0.11 <sup>b</sup>		

- Diferentes letras minúsculas sobrescritas em cada linha indicam diferença significativa entre os grupos ( $P < 0.05$ ). Resultados negativos significam que o preparo transportou para X (mesial) e resultados positivos significam que o preparo transportou para Y (distal). O valor de 1 significa um canal centralizado, quanto mais próximo o valor de 1, mais centralizado está o preparo.

**TABELA 3** - REPRESENTAÇÃO DAS MEDIANAS, MÁXIMA E MÍNIMA DO TRANSPORTE E MÉDIAS E DESVIO PADRÃO DA CENTRALIZAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES EM MILÍMETROS (MM) NO SENTIDO VESTIBULO-LINGUAL APÓS O PREPARO APICAL COM INSTRUMENTOS COM DIÂMETRO DE PONTA DE 0,25MM E 0,40MM.

		Transporte			Centralização		
		Preparo .25	Preparo .40	Preparo .25	Preparo .40	Preparo .25	Preparo .40
<b>H CM</b>	Vestibular	-0.02 (-0.11 – 0.04) <sup>b</sup>	-0.02 (-0.14 – 0.04) <sup>a</sup>	0.51 ± 0.20 <sup>a</sup>	0.50 ± 0.18 <sup>a</sup>		
	Lingual	0.06 (-0.03 – 0.27) <sup>a</sup>	0.08 (-0.02 – 0.36) <sup>a</sup>	0.35 ± 0.31 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.33 <sup>a</sup>		
<b>H EDM</b>	Vestibular	-0.03 (-0.26 – 0.02) <sup>a,b</sup>	-0.04 (-0.37 – 0.02) <sup>a</sup>	0.58 ± 0.37 <sup>a</sup>	0.49 ± 0.13 <sup>a</sup>		
	Lingual	0.11 (-0.40 – 0.36) <sup>a</sup>	0.16 (-0.38 – 0.35) <sup>a</sup>	0.28 ± 0.18 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.16 <sup>a</sup>		
<b>SRF</b>	Vestibular	-0.15 (-0.38 – 0.06) <sup>a</sup>	-0.14 (-0.35 – 0.27) <sup>a</sup>	0.33 ± 0.32 <sup>a</sup>	0.46 ± 0.38 <sup>a</sup>		
	Lingual	0.19 (-0.11 – 0.70) <sup>a</sup>	0.19 (-0.02 – 0.30) <sup>a</sup>	0.32 ± 0.26 <sup>a</sup>	0.47 ± 0.50 <sup>a</sup>		

- Diferentes letras minúsculas sobrescritas em cada linha indicam diferença significativa entre os grupos ( $P < 0.05$ ). Resultados negativos significam que o preparo transportou para X (vestibular) e resultados positivos significam que o preparo transportou para Y (lingual). O valor de 1 significa um canal centralizado, quanto mais próximo o valor de 1, mais centralizado está o preparo.

Não houve diferença entre os sistemas e a região apical foi a que apresentou a maior porcentagem de paredes não tocadas. Não houve diferença entre os sistemas com relação ao acúmulo de debris e o terço cervical apresentou menor volume para os três grupos. Na tabela 4 estão apresentados os valores de mediana, máxima e mínima, referentes a porcentagem de paredes não instrumentadas e debris presente nos canais radiculares após o preparo apical com instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm e 0,40mm.

**TABELA 4 - REPRESENTAÇÃO DAS MEDIANAS, MÁXIMA E MÍNIMA DA PORCENTAGEM DE PAREDES NÃO INSTRUMENTADAS E DEBRIS PRESENTE NOS CANAIS RADICULARES APÓS O PREPARO APICAL COM INSTRUMENTOS COM DIÂMETRO DE PONTA DE 0,25MM E 0,40MM.**

		Porcentagem de debrís		
		Paredes não instrumentadas		
		Preparo .25	Preparo .40	Preparo .40
<b>HCM</b>	Cervical	6.57 (0.32-14.49) <sup>aB</sup>	6.85 (0.32-18.70) <sup>aB</sup>	0.20 (0.01-0.46) <sup>aB</sup>
	Médio	20.73 (7.49-39.71) <sup>aA</sup>	19.74 (4.94-34.18) <sup>bA</sup>	2.07 (0.35-6.34) <sup>aA</sup>
	Apical	23.81 (2.51-79.33) <sup>aA</sup>	14.04 (0.74-51.42) <sup>bA</sup>	5.99 (0.84-23.33) <sup>aA</sup>
<b>HEDM</b>	Cervical	4.76 (3.05-12.60) <sup>aB</sup>	4.53 (0.13-9.15) <sup>aA</sup>	0.15 (0.01-1.00) <sup>aB</sup>
	Médio	10.30 (3.59-28.56) <sup>aAB</sup>	8.79 (4.09-35.76) <sup>aAB</sup>	1.87 (0.16-5.79) <sup>aA</sup>
	Apical	19.05 (2.071-59.79) <sup>aA</sup>	20.80 (1.11-58.38) <sup>aA</sup>	3.43 (0.07-18.28) <sup>aA</sup>
<b>SRF</b>	Cervical	6.00 (1.84-15.44) <sup>aB</sup>	4.97 (0.40-13.36) <sup>bB</sup>	0.13 (0.01-0.50) <sup>aB</sup>
	Médio	13.40 (6.18-24.45) <sup>aAB</sup>	10.62 (4.20-19.92) <sup>bAB</sup>	1.32 (0.34-4.95) <sup>aA</sup>
	Apical	15.69 (1.53-36.01) <sup>aA</sup>	11.54 (1.35-26.09) <sup>bA</sup>	1.97 (0.03-6.73) <sup>aA</sup>

- Diferentes letras minúsculas sobrescritas em cada linha indicam diferença estatisticamente significativa entre os preparos até o diâmetro apical de 0,25mm e 0,40mm. Diferentes letras maiúsculas sobrescritas em cada coluna indicam diferença estatisticamente significativa entre os terços.

### 3.6 DISCUSSÃO

Os resultados comprovaram que o pareamento de espécimes similares, por meio de estudo anatômico, utilizando a ferramenta analítica padrão-ouro Micro-CT, foi efetivo, da mesma forma que verificado em estudos anteriores (17, 27), que padronizaram a amostra em relação à morfologia do canal radicular, garantindo a comparabilidade dos grupos experimentais. Os instrumentos utilizados neste estudo foram selecionados pelos seus diferentes tratamentos térmicos, sendo um com controle de memória (HCM), um fabricado por meio de usinagem de descarga elétrica (HEDM) e um com tratamento Blue, o SRF, que ainda não tem estudos disponíveis na literatura avaliando o preparo de canais radiculares com este sistema.

Nos terço apical e médio, após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm, o sistema SRF proporcionou um maior aumento de volume significativo do canal radicular quando comparado com o sistema HCM, e essa diferença estatística observada provavelmente se deu por conta da conicidade dos instrumentos, já que eles possuem um taper diferente, tendo HCM o menor taper, de .04. Nos primeiros 4mm foi observado um aumento de volume médio de 49,48% após o preparo com instrumento com diâmetro de ponta de 0,25mm e de 124,8% com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,40mm com o sistema HCM, valores próximos aos relatos por Pérez (16), que utilizou o mesmo sistema no preparo de canais radiculares tipo I de Vertucci de incisivos inferiores, 51,6% e 143%, respectivamente. O sistema HEDM apresentou valores próximos, 64,62% e 122,90%, já o SRF apresentou valores muito superiores, 98,35% e 214,9%. O HEDM possui um taper maior, de .08, apenas nos primeiros 4 milímetros do instrumento, sendo assim, apresentou uma diferença estatisticamente significativa quando comparado ao SRF após esses primeiros 4mm. Já após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,40mm, o aumento de volume, em todos os segmentos não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos, já que todos os instrumentos possuem a mesma conicidade, um taper de .04. Em relação ao volume total do canal, foi observado um aumento médio de 93,54% a 166,78% entre os sistemas após o preparo com instrumento com diâmetro de ponta de 0,25mm e de 148,7% a 211,9% com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,40mm, valores acima dos relatados por Pérez (16), 48% e 102%, respectivamente, e por Velozo (19), 93,3% e 107,50% após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,40mm, sendo ambos

os estudos realizados em canais radiculares tipo I de Vertucci de incisivos inferiores, onde há um menor grau de dificuldade no preparo desse canal radicular. De forma geral, o aumento no volume do canal após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,25mm para o 0,40mm, foi considerável nos três segmentos avaliados para os sistemas HCM e SRF, no entanto, não foi expressivo em nenhum dos segmentos avaliados para o sistema HEDM.

Uma maior conicidade do instrumento também resultou em um maior aumento do diâmetro do canal radicular entre os grupos. O diâmetro do canal radicular, após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,25mm, superou o diâmetro inicial em todos os segmentos e sistemas avaliados. Mesmo quando a região apical apresentou um diâmetro inicial maior do que o diâmetro da ponta do instrumento de 0,25mm, esse diâmetro inicial foi superado após o preparo com esse instrumento, devido a sua ação e forma de toque. Na região do batente apical, no menor diâmetro do canal radicular, onde ocorre o travamento do cone de guta percha, os sistemas HCM e HEDM apresentaram valores compatíveis a um cone 25, já o sistema SRF necessitaria de um cone 30 para melhor adaptação. Esse aumento no diâmetro apical maior que o diâmetro de ponta do instrumento também foi observado por Versiani (17), onde foi realizado o preparo do canal radicular tipo I de Vertucci de incisivos inferiores, com diferentes sistemas de instrumentos com diâmetro de ponta de 0,30mm e conicidade .04, e todos eles superaram o diâmetro inicial do canal radicular e da ponta do instrumento. De modo geral, houve um aumento do diâmetro do canal radicular para os três grupos na comparação entre o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,25mm e 0,40mm, porém, esse aumento só foi significativo no sentido méso-distal na região de bifurcação e unificação do canal para o grupo HCM e em ambos os sentidos no meio da bifurcação, onde se tem uma maior constrição, devido ao intenso achatamento radicular nesses espécimes.

Nos poucos pontos onde houve uma diferença estatisticamente significativa entre grupos na redução da espessura de dentina, o grupo HCM apresentou menores valores. E assim como o diâmetro do canal radicular, de modo geral, houve uma maior redução significativa na espessura de dentina no sentido méso-distal, porém, o que deve ser considerado é o remanescente dentinário. ElAyouti e colaboradores (28) relataram que um remanescente de parede dentinária de até 0,5mm, representaria uma remoção de mais de 50% na região constricta e 75% na região larga de canais ovais, e um remanescente inferior a essa medida, representaria uma parede fina. A

hipótese nula número 1 foi rejeitada, pois um remanescente médio inferior a esse só foi observado após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,40mm à 1mm aquém do vértice apical no SRF e na mesial com o HCM, o que pode ser considerado crítico. Porém, essa redução de espessura foi inferior a 17%, e nos demais segmentos e sistemas avaliados, o preparo pode ser considerado seguro, pois uma espessura superior a 0,5mm foi deixada. Pérez e colaboradores (16) avaliaram o remanescente dentinário após o preparo de incisivos inferiores com canal radicular tipo I de Vertucci na JCE (10mm aquém do vértice apical), e também observaram um remanescente dentinário seguro, de 1,29mm após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta 0,25mm ou 0,30mm, e de 1,22mm após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta 0,35mm ou 0,40mm. Azim (15) e Zuolo (18) também avaliaram o percentual de dentina removida no preparo de canais ovalados tipo I de Vertucci de incisivos inferiores, porém eles não relataram qual foi o remanescente dentinário após esse preparo, não sendo possível comparar a segurança do preparo do canal radicular.

O transporte do canal radicular no sentido méso-distal, após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,25mm e 0,40mm foi pequeno e similar para todos os sistemas e para todos os terços, podendo ser considerado um preparo centralizado nesse sentido, já que todos apresentaram valores de centralização acima de 0,7. Isso se deve ao fato de se tratar de dentes com raízes retas, não apresentam curvatura acentuada nesse sentido, com proporções similares a de estudos anteriores em incisivos inferiores com canal radicular tipo I de Vertucci, os quais não avaliaram esse parâmetro (15-19). Já no sentido vestibulo-lingual, o transporte foi maior, principalmente na parede lingual, após os preparos de 0,25mm e 0,40mm, não podendo ser considerado um preparo centralizado. Esse maior transporte no sentido vestibulo-lingual pode ser justificado pela configuração anatômica interna desses dentes, quando ocorre a bifurcação do canal radicular, ele se divide em dois e depois volta a se unir em um e o instrumento acaba sendo direcionado nesse caminho para o sentido vestibular ou lingual. Então a anatomia interna desses dentes acaba formando uma dupla curvatura no sentido vestibulo-lingual, fazendo com que o instrumento entre reto, se direcione para a vestibular ou lingual, e quando o canal se unifica, ele volta a ficar reto, sofrendo dois pontos de tensão, de fadiga, o que justifica aqui o uso de instrumentos mais flexíveis. E apesar da flexibilidade dos instrumentos, essa bifurcação faz com que ele seja jogado contra essas paredes, principalmente a

lingual, já que o acesso a esse canal é mais difícil de ser realizado. Além disso, o sistema SRF, após o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,25mm apresentou um maior transporte significativo na parede vestibular, quando comparado aos demais grupos, isso porque os sistemas HyFlex são mais martensíticos, possuem uma maior flexibilidade (9). Não há dados disponíveis na literatura com relação ao transporte e centralização do preparo de canais radiculares nesse grupo dentário para comparação.

A hipótese nula número 2 pode ser aceita pois não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre os três sistemas em relação a porcentagem de superfícies não tocadas, em todos eles a região apical apresentou um maior percentual de superfícies não tocadas, ao contrário do que Azim e colaboradores (15) observaram, sendo o terço apical o com a menor porcentagem. Isso pode ser pelo fato de que eles proporcionaram uma maior dilatação apical (instrumentos com diâmetro de ponta de 0,30mm) e instrumentaram canais ovalados tipo I de Vertucci de incisivos inferiores, onde não há a bifurcação do canal radicular, a qual facilita o acesso do instrumento até a região apical podendo tocar todas as paredes quando chega lá. Os valores de porcentagem de superfície não tocada na região apical após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm foram menores do que os relatos por Pérez (16), após o preparo de canais radiculares tipo I de Vertucci de incisivos inferiores com instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm ou 0,30mm (30,3%). Zuolo e colaboradores (18), observaram maiores valores de porcentagem total de áreas não tocadas após o preparo com instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm (32,38, 18,95 e 19,20%), assim como Azim (15) após o preparo com instrumentos com diâmetro de ponta de 0,30mm (38,6 e 58,8%) e Pérez (16) após o preparo com instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm ou 0,30mm (32,4%), e maiores dos que os relatados por Versiani e colaboradores (17), quando realizaram o preparo com instrumentos com diâmetro de ponta maior, 0,30mm (9,42, 8,17 e 9,83%), e assim como os demais estudos, todos os preparos foram realizados em canais radiculares tipo I de Vertucci de incisivos inferiores, apenas canais ovalados, com um menor nível de dificuldade no preparo. O preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,40mm não reduziu de forma significativa a porcentagem de superfícies não tocadas no grupo HEDM, o que pode estar relacionado com a maior conicidade do instrumento 0,25mm desse sistema, já reduzindo uma maior porcentagem de áreas não tocadas. Os valores observados nos

grupos após o preparo 0,40mm também foram próximos aos observados por Velozo e colaboradores (19), que realizaram o seu estudo em canais radiculares tipo I de Vertucci de incisivos (13,08% e 11,74%), e menores na região apical para os sistemas HCM e SRF após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,40mm, quando comparados com o preparo com instrumentos com diâmetro de ponta de 0,35mm ou 0,40mm no estudo de Pérez (16) (15,9%) e menores para todos os sistemas quando avaliado a porcentagem total de áreas não tocadas (20.1%).

Foi detectado um percentual considerável de debris presente no canal radicular após as instrumentações e, discordando da literatura (8), a região apical apresentou um maior acúmulo de debris. O principal motivo foi a configuração anatômica avaliada, com a presença de uma bifurcação no canal radicular, que eleva a dificuldade de acesso à região apical, principalmente com a cânula da seringa de irrigação, dificultando um fluxo adequado da solução irrigadora e a remoção de debris. Já a região cervical teve um menor acúmulo pela facilidade de acesso e por promover um melhor fluxo da solução irrigadora, facilitando a remoção dos debris, como também observado por Azim e colaboradores (15) após o preparo de canais radiculares tipo I de Vertucci de incisivos inferiores. De modo geral, não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas, e o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta de 0,40mm apresentou um menor volume de debris apenas no terço médio do sistema SRF, o que provavelmente não ocorreu nos demais terços e sistemas avaliados por ter sido realizado uma agitação ultrassônica passiva após as instrumentações 0,25mm e 0,40mm, eliminando um maior volume de debris desde o preparo com o instrumento com diâmetro de ponta 0,25mm.

### 3.7 CONCLUSÃO

O preparo com os instrumentos HCM, HEDM e SRF com diâmetro de ponta 0,40mm se mostrou efetivo, deixando um remanescente dentinário seguro, não apresentando diferenças significativas com relação ao transporte e centralização do canal radicular e reduzindo as áreas não tocadas, principalmente na região apical, para todos os sistemas.

### 3.8 REFERÊNCIAS

1. De-Deus G, Belladonna FG, Zuolo AS, Cavalcante DM, Simões Carvalho M, Marinho A, et al. 3-dimensional Ability Assessment in Removing Root Filling Material from Pair-matched Oval-shaped Canals Using Thermal-treated Instruments. *J Endod.* 2019.
2. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269-96.
3. De-Deus G, Marins J, Silva EJ, Souza E, Belladonna FG, Reis C, et al. Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod.* 2015;41(5):676-81.
4. Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, et al. Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis. *J Endod.* 2017;43(7):1058-63.
5. Brunson M, Heilborn C, Johnson DJ, Cohenca N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *J Endod.* 2010;36(4):721-4.
6. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30(8):559-67.
7. Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J.* 2012;45(2):113-28.
8. Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG, Iglecias EF, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res.* 2018;32(suppl 1):e67.
9. Peters OA, Gluskin AK, Weiss RA, Han JT. An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2012;45(11):1027-34.
10. Pedullà E, Lo Savio F, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, La Rosa G, et al. Torsional and Cyclic Fatigue Resistance of a New Nickel-Titanium Instrument Manufactured by Electrical Discharge Machining. *J Endod.* 2016;42(1):156-9.
11. Pirani C, Iacono F, Generali L, Sassatelli P, Nucci C, Lusvarghi L, et al. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2016;49(5):483-93.
12. Goo HJ, Kwak SW, Ha JH, Pedullà E, Kim HC. Mechanical Properties of Various Heat-treated Nickel-titanium Rotary Instruments. *J Endod.* 2017;43(11):1872-7.
13. Plotino G, Testarelli L, Al-Sudani D, Pongione G, Grande NM, Gambarini G. Fatigue resistance of rotary instruments manufactured using different nickel-titanium alloys: a comparative study. *Odontology.* 2014;102(1):31-5.
14. Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 2018;32(suppl 1):e65.
15. 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;43(9):1532-8.
16. Pérez AR, Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Gonçalves LS, Neves AA, et al. Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2018;51(6):684-90.

17. 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;44(3):489-95.
18. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA, et al. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2018;51(5):564-71.
19. Velozo C, Silva S, Almeida A, Romeiro K, Vieira B, Dantas H, et al. Shaping ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in long oval-shaped canals: a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2020;53(7):998-1006.
20. Milanezi de Almeida M, Bernardineli N, Ordinola-Zapata R, Villas-Bôas MH, Amoroso-Silva PA, Brandão CG, et al. Micro-computed tomography analysis of the root canal anatomy and prevalence of oval canals in mandibular incisors. *J Endod.* 2013;39(12):1529-33.
21. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58(5):589-99.
22. Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, Damião de Sousa-Neto M. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. *J Endod.* 2014;40(5):710-6.
23. Martins JNR, Gu Y, Marques D, Francisco H, Caramês J. Differences on the Root and Root Canal Morphologies between Asian and White Ethnic Groups Analyzed by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2018;44(7):1096-104.
24. Shemesh A, Kavalerchik E, Levin A, Ben Itzhak J, Levinson O, Lvovsky A, et al. Root Canal Morphology Evaluation of Central and Lateral Mandibular Incisors Using Cone-beam Computed Tomography in an Israeli Population. *J Endod.* 2018;44(1):51-5.
25. Thomas JP, Lynch M, Paurazas S, Askar M. Micro-computed Tomographic Evaluation of the Shaping Ability of WaveOne Gold, TRUShape, EdgeCoil, and XP-3D Shaper Endodontic Files in Single, Oval-shaped Canals: An In Vitro Study. *J Endod.* 2020;46(2):244-51.e1.
26. Pinto JC, Pivoto-João MMB, Espir CG, Ramos MLG, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Micro-CT evaluation of apical enlargement of molar root canals using rotary or reciprocating heat-treated NiTi instruments. *J Appl Oral Sci.* 2019;27.
27. De-Deus G, Simões-Carvalho M, Belladonna FG, Cavalcante DM, Portugal LS, Prado CG, et al. Arrowhead design ultrasonic tip as a supplementary tool for canal debridement. *Int Endod J.* 2020;53(3):410-20.
28. 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;41(12):1088-92.

## 4 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos neste estudo, foi possível concluir:

- Um aumento no volume do canal radicular na transição do instrumento com diâmetro de ponta de 0,25mm para o de 0,40mm foi mais evidente na região apical, e foi considerável nos três segmentos avaliados para os sistemas HCM e SRF.
- Houve um aumento no diâmetro do canal radicular, em ambos os sentidos, após o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta de 0,25mm e de 0,40mm. Esse aumento foi estatisticamente significativo intra grupo no sentido mésio-distal em todos os segmentos avaliados, e no sentido vestibulo-lingual no meio da bifurcação e na JCE.
- Nos poucos segmentos onde houve uma diferença estatisticamente significativa entre os sistemas na redução da espessura de dentina, o grupo HCM apresentou uma menor redução.
- Houve pouco transporte no sentido mésio-distal para todos os grupos, podendo ser considerado um preparo centralizado. Já no sentido vestibulo-lingual o transporte foi maior, também para todos os grupos, principalmente na parede lingual, podendo ser considerado um preparo descentralizado.
- Não houve diferença entre os sistemas em relação a paredes não tocadas, e a região apical foi a que apresentou a maior porcentagem de paredes não tocadas.
- Não houve diferença entre os sistemas em relação ao acúmulo de debris, e o terço cervical apresentou um menor acúmulo para os três grupos.
- De modo geral, o preparo com os instrumentos com diâmetro de ponta 0,40mm se mostrou efetivo, deixando um remanescente dentinário seguro e reduzindo as áreas não tocadas, principalmente na região apical, para todos os sistemas.

## REFERÊNCIAS

- AZIM, A. A.; PIASECKI, L.; DA SILVA NETO, U. X.; CRUZ, A. T. G. *et al.* XP Shaper, A Novel Adaptive Core Rotary Instrument: Micro-computed Tomographic Analysis of Its Shaping Abilities. **J Endod.**, v. 43, n. 9, p. 1532-8, September 2017.
- BRUNSON, M.; HEILBORN, C.; JOHNSON, D. J.; COHENCA, N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. **J Endod.**, v. 36, n. 4, p. 721-4, April 2010.
- CIVJAN, S.; HUGET, E. F.; DESIMON, L. B. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. **J. Dent. Res.**, p. 89-96, January 1975.
- DA SILVA, E. J.; DE CASTRO, R. W.; NEJAIM, Y.; SILVA, A. I. *et al.* Evaluation of root canal configuration of maxillary and mandibular anterior teeth using cone beam computed tomography: An in-vivo study. **Quintessence Int.**, v. 47, n. 1, p. 19-24, January 2016.
- DE-DEUS, G.; MARINS, J.; SILVA, E. J. *et al.* Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. **J Endod.**, v. 41, n.5, p. 676-81, May 2015.
- FORNARI, V. J.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; VANNI, J. R.; PÉCORÁ, J. D. *et al.* 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, November 2010.
- GAVINI, G.; SANTOS, M.; CALDEIRA, C. L.; MACHADO, M. E. L. *et al.* Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. **Braz. Oral Res.**, v. 32(suppl):e67, 2018.
- GOO, H.; KWAK, S. W.; HA, J., PEDULLÀ, E. *et al.* Mechanical Properties of Various Heat-treated Nickel-Titanium Rotary Instruments. **J Endod.**, v. 43, n. 11, p. 1872-1877, November 2017.
- GUTMANN, J. L.; GAO, Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel–titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. **Int Endod J.**, v. 45, n. 2, p. 113-28, February 2012.
- HAN, T.; MA, Y.; YANG, L.; CHEN, X. *et al.* A study of the root canal morphology of mandibular anterior teeth using cone-beam computed tomography in a Chinese subpopulation. **J Endod.**, v. 40, n. 9, p. 1309-14, September 2014.
- HÜLSMANN, M.; PETERS, O. A.; DUMMER, P. M. H. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. **Endodontic Topics** 2005, n.10, p. 76-30, 2005.

LEONI, G. B.; VERSIANI, M. A., PÉCORA, J. D.; DAMIÃO DE SOUSA-NETO, M. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. **J Endod.**, v. 40, n. 5, p. 710-6., May 2014.

LIN, Z.; HU, Q.; WANG, T.; GE, J. *et al.* Use of CBCT to investigate the root canal morphology of mandibular incisors. **Surg Radiol Anat.**, v. 36, p. 877-882, February 2014.

LIU, J.; LUO, J.; DOU, L; YANG, D. CBCT study of root canal morphology of permanent mandibular incisors in a Chinese population. **Acta Odontol Scand.**, v. 72, n. 1, p. 26-30, January 2017.

MARCELIANO-ALVES, M. F. V.; SOUSA-NETO, M. D.; FIDEL, S. R.; STEIER, L. *et al.* Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multife rotary systems: a micro-CT study. **Int Endod J.**, v. 48, n. 12, p. 1129-36, December 2015.

MARTINS, J. N. R; GU, Y.; MARQUES, D.; FRANCISCO, H. *et al.* Differences on the Root and Root Canal Morphologies between Asian and White Ethnic Groups Analyzed by Cone-beam Computed Tomography. **J Endod.**, v. 44, n. 7, p. 1096-104, June 2018.

MILANEZI DE ALMEIDA, M.; BERNARDINELLI, N.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; VILLAS-BÔAS, M. H. *et al.* Micro-computed tomography analysis of the root canal anatomy and prevalence of oval canals in mandibular incisors. **J Endod.**, v. 39, n. 12, p. 1529-33, December 2013.

PEDULLÀ, E.; SAVIO, F. L.; BONINELLI, S.; PLOTINO, G. *et al.* Torsional and Cyclic Fatigue Resistance of a New Nickel-Titanium Instrument Manufactured by Electrical Discharge Machining. **J Endod.**, v. 42, n. 1, p. 156-159, January 2016.

PÉREZ, A. R.; ALVES, F. R. F.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; PROVENZANO, J. C. *et al.* Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. **Int Endod J.**, v. 51, n. 6, p. 684-90, June 2018.

PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J Endod.**, v. 30, n.8, p. 559-67, August 2004.

PETERS, O. A.; GLUSKIN, A. K.; WEISS, R. A.; HAN, J. T. An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel–titanium rotary instruments. **Int Endod J.**, v. 45, n. 11, p. 1027-1034, April 2012.

PIRANI, C.; IACONO, F.; GENERALI, L.; SASSATELLI, P. *et al.* HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. **Int Endod J.**, v. 49, n. 5, p. 483-93, May 2016.

PLOTINO, G.; TESTARELLI, L.; AL-SUDANI, D.; PONGIONE, G. *et al.* Fatigue resistance of rotary instruments manufactured using different nickel–titanium alloys: a comparative study. **Odontology**, 102, p. 31-35, 2014.

RODRIGUES, R. C. V.; ZANDI, H.; KRISTOFFERSEN, A. K. *et al.* Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis. **J Endod.**, v. 43, n. 7, p. 1058-63, May 2017.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Am.**, v.18, n. 2, p. 269-96, 1974.

SHEMESH, A.; KAVALERCHIK, E.; LEVIN, A.; BEN ITZHAK, J. *et al.* Root Canal Morphology Evaluation of Central and Lateral Mandibular Incisors Using Cone-beam Computed Tomography in an Israeli Population. **J Endod.**, v. 44, n.1, p. 51-5, October 2017.

SHEN, Y.; QIAN, W.; ABTIN, H.; GAO, Y. *et al.* Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. **J Endod.**, v. 37, n. 7, p. 997-1001, July 2011.

SIQUEIRA JUNIOR, J. F.; RÔÇAS, I. N.; MARCELIANO-ALVES, M. F. *et al.* Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. **Braz. Oral Res.**, 32 (suppl 1):e65, 2018.

SIQUEIRA, J. F.; LIMA, K. C.; MAGALHÃES, F. A.; LOPES, H. P. *et al.* Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. **J Endod.**, v. 25, n. 5, p. 332-5, May 1999.

VELOZO, C.; SILVA, S.; ALMEIDA, A.; ROMEIRO, K. *et al.* Shaping ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in long oval-shaped canals: a micro-computed tomography study. **Int Endod J.**, v. 53, n. 7, p. 998-1006, July 2020.

VENINO, P. M.; CITTERIO, C. L.; PELLEGATTA, A.; CICCARELLI, M. *et al.* A Micro-Computed Tomography Evaluation of the Shaping Ability of Two Nickel-Titanium Instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. **J Endod.**, v. 43, n. 4, p. 628-632, April 2017.

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. 489-95, March 2018.

VERTUCCI, F. J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, v. 58, n. 5, p. 589-99, 1984.

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

WOLF, T. G.; STIEBRITZ, M.; BOEMKE, N.; PAQUÉ, F. *et al.* 3-dimensional analysis and literature review of the root canal morphology and physiological foramen geometry of 125 mandibular incisors by means of micro-computed tomography in a german population. **J Endod.**, v. 46, n. 2, p. 184-191, February 2020.

WU, M.; R'ORIS, A.; BARKIS, D; WESSELINK, P. R. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. **Oral Surg., Oral Med. & Oral Path.**, v. 89, n. 6, p. 739-743, June 2000.

ZHAO, D.; SHEN, Y.; PENG, B.; HAAPASALO, M. Micro-Computed Tomography Evaluation of the Preparation of Mesio Buccal Root Canals in Maxillary First Molars with Hyflex CM, Twisted Files, and K3 Instruments. **J Endod.**, v. 39, n. 3, p. 385-8, March 2013.

ZHENGYAN, Y.; KEKE, L.; FEI, W.; YUEHENG, L. *et al.* Cone-beam computed tomography study of the root and canal morphology of mandibular permanente anterior teeth in a Chongqing population. **Ther Clin Risk Manag.**, v. 12, p. 19-25, 2016.

ZUOLO, M. L.; ZAIA, A. A.; BELLADONNA, F. G.; SILVA, E. J. N. L. *et al.* 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. 564-71, May 2018.

## ANEXO 1

FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE BAURU-  
USP



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação microtomográfica de canais com complexidade anatômica preparados com diferentes sistemas de instrumentos

**Pesquisador:** Bruno Cavalini Cavenago

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 43830115.9.0000.5417

**Instituição Proponente:** Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia de Bauru

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.051.377

**Data da Relatoria:** 29/04/2015

**Apresentação do Projeto:**

O presente projeto consiste na avaliação dos efeitos decorrentes do preparo de canais radiculares portadores de complexidade anatômica. Será realizado um estudo anatômico para a seleção e o pareamento de canais radiculares mesiais de molares inferiores com dupla curvatura (n = 40), com curvatura acentuada (n = 50) e incisivos inferiores com canais ovais (n = 50). Para o preparo dos dois tipos de molares serão estabelecidos 3 grupos nos quais serão utilizados os sistemas ProTaper Next (liga de NiTi MWire), HiFlex CM (liga de NiTi com controle de memória) e TF Adaptive (liga de NiTi fase R). Já aos incisivos serão adicionados 2 grupos: Reciproc (liga de NiTi MWire) e limas manuais tipo K de NiTi. Em todos os grupos, inicialmente o preparo será realizado até o diâmetro apical de 0.25mm. Ao empregar cada instrumento, de acordo com o respectivo sistema, o espécime será escaneado por três vezes, sendo a primeira logo após o uso do instrumento, a segunda após a irrigação convencional e a terceira após irrigação ultrassônica passiva. Para avaliação do preparo os fatores mensurados serão o volume do canal e dentina, alteração do ângulo das curvaturas, transporte, centralização do preparo e áreas não tocada pelos instrumentos. O acúmulo de debris no sistema de canais radiculares e sua extrusão via foraminal serão calculados volumetricamente. Para avaliar os efeitos da sobreinstrumentação será dada sequência do preparo dos canais radiculares utilizando os instrumentos dos diferentes sistemas

**Endereço:** DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9

**Bairro:** VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA      **CEP:** 17.012-901

**UF:** SP      **Município:** BAURU

**Telefone:** (14)3235-8356

**Fax:** (14)3235-8356

**E-mail:** cep@fob.usp.br

FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE BAURU-  
USP



Continuação do Parecer: 1.051.377

para dilatação até o diâmetro apical de 0.40mm. Adicionalmente serão avaliados desgaste e remanescente dentinários em áreas de risco e quando houver a formação de degraus, zip, rasgos e trincas na dentina. Os dados obtidos em cada teste, serão submetidos ao teste de normalidade de D'Agostino e Pearson, para determinar o teste estatístico adequado, será adotado o nível de significância de 5%

**Objetivo da Pesquisa:**

O projeto tem como objetivo avaliar o preparo de canais radiculares com dupla curvatura, curvatura acentuada e ovais, utilizando para tal finalidade sistemas mecanizados de instrumentos de níquel-titânio com diferentes ligas metálicas, secções, diâmetros e conicidades.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Não há riscos.

Benefícios:

Estudo laboratorial com emprego da microtomografia computadorizada, trata-se de um método não destrutivo da amostra, permitindo a avaliação de diferentes procedimentos realizados no mesmo espécime de maneira progressiva.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Não há.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos anexados ao projeto foram apresentados corretamente.

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante da apresentação de todos os documentos exigidos de forma correta e da apresentação dos termos de cessão dos dentes utilizados na pesquisa, sou de parecer favorável a aprovação do presente projeto.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9  
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA CEP: 17.012-901  
UF: SP Município: BAURU  
Telefone: (14)3235-8356 Fax: (14)3235-8356 E-mail: cep@fob.usp.br

FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE BAURU-  
USP



Continuação do Parecer: 1.051.377

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Esse projeto foi considerado APROVADO na reunião ordinária do CEP de 29.4.2015, com base nas normas éticas da Resolução CNS 466/12. Ao término da pesquisa o CEP-FOB/USP exige a apresentação de relatório final. Os relatórios parciais deverão estar de acordo com o cronograma e/ou parecer emitido pelo CEP. Alterações na metodologia, título, inclusão ou exclusão de autores, cronograma e quaisquer outras mudanças que sejam significativas deverão ser previamente comunicadas a este CEP sob risco de não aprovação do relatório final. Quando da apresentação deste, deverão ser incluídos todos os TCLEs e/ou termos de doação assinados e rubricados, se pertinentes.

BAURU, 06 de Maio de 2015

---

**Assinado por:**  
**Izabel Regina Fischer Rubira Bullen**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9  
**Bairro:** VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA      **CEP:** 17.012-901  
**UF:** SP      **Município:** BAURU  
**Telefone:** (14)3235-8356      **Fax:** (14)3235-8356      **E-mail:** cep@fob.usp.br

## ANEXO 2

### GUIDELINES FOR PUBLISHING PAPERS IN THE JOE

Writing an effective article is a challenging assignment. The following guidelines are provided to assist authors in submitting manuscripts.

The JOE publishes original and reviews articles related to the scientific and applied aspects of endodontics. Moreover, the JOE has a diverse readership that includes full-time clinicians, full-time academicians, residents, students, and scientists. Effective communication with this diverse readership requires careful attention to writing style.

General Points on Composition

Organization of Original Research Manuscripts

Manuscripts Category Classifications and Requirements

Available Resources

General Points on Composition

Authors are strongly encouraged to analyze their final draft with both software (e.g., spelling and grammar programs) and colleagues who have expertise in English grammar. References listed at the end of this section provide a more extensive review of rules of English grammar and guidelines for writing a scientific article. Always remember that clarity is the most important feature of scientific writing. Scientific articles must be clear and precise in their content and concise in their delivery since their purpose is to inform the reader. The Editor reserves the right to edit all manuscripts or to reject those manuscripts that lack clarity or precision, or have unacceptable grammar or syntax. The following list represents common errors in manuscripts submitted to the JOE:

The paragraph is the ideal unit of organization. Paragraphs typically start with an introductory sentence that is followed by sentences that describe additional detail or examples. The last sentence of the paragraph provides conclusions and forms a transition to the next paragraph. Common problems include one-sentence paragraphs, sentences that do not develop the theme of the paragraph (see also section “c” below), or sentences with little to no transition within a paragraph.

Keep to the point. The subject of the sentence should support the subject of the paragraph. For example, the introduction of authors' names in a sentence changes the subject and lengthens the text. In a paragraph on sodium hypochlorite, the sentence, "In 1983, Langeland et al., reported that sodium hypochlorite acts as a lubricating factor during instrumentation and helps to flush debris from the root canals" can be edited to: "Sodium hypochlorite acts as a lubricant during instrumentation and as a vehicle for flushing the generated debris (Langeland et al., 1983)." In this example, the paragraph's subject is sodium hypochlorite and sentences should focus on this subject.

Sentences are stronger when written in the active voice, i.e., the subject performs the action. Passive sentences are identified by the use of passive verbs such as "was," "were," "could," etc. For example: "Dexamethasone was found in this study to be a factor that was associated with reduced inflammation," can be edited to: "Our results demonstrated that dexamethasone reduced inflammation." Sentences written in a direct and active voice are generally more powerful and shorter than sentences written in the passive voice.

Reduce verbiage. Short sentences are easier to understand. The inclusion of unnecessary words is often associated with the use of a passive voice, a lack of focus or run-on sentences. This is not to imply that all sentences need be short or even the same length. Indeed, variation in sentence structure and length often helps to maintain reader interest. However, make all words count. A more formal way of stating this point is that the use of subordinate clauses adds variety and information when constructing a paragraph. (This section was written deliberately with sentences of varying length to illustrate this point.)

Use parallel construction to express related ideas. For example, the sentence, "Formerly, endodontics was taught by hand instrumentation, while now rotary instrumentation is the common method," can be edited to "Formerly, endodontics was taught using hand instrumentation; now it is commonly taught using rotary instrumentation." The use of parallel construction in sentences simply means that similar ideas are expressed in similar ways, and this helps the reader recognize that the ideas are related.

Keep modifying phrases close to the word that they modify. This is a common problem in complex sentences that may confuse the reader. For example, the statement, "Accordingly, when conclusions are drawn from the results of this study,

caution must be used,” can be edited to “Caution must be used when conclusions are drawn from the results of this study.”

To summarize these points, effective sentences are clear and precise, and often are short, simple and focused on one key point that supports the paragraph’s theme.

Authors should be aware that the JOE uses iThenticate, plagiarism detection software, to assure originality and integrity of material published in the Journal. The use of copied sentences, even when present within quotation marks, is highly discouraged. Instead, the information of the original research should be expressed by new manuscript author’s own words, and a proper citation given at the end of the sentence. Plagiarism will not be tolerated and manuscripts will be rejected, or papers withdrawn after publication based on unethical actions by the authors. In addition, authors may be sanctioned for future publication.

#### Organization of Original Research Manuscripts

**Please Note:** All abstracts should be organized into sections that start with a one-word title (in bold), i.e., Introduction, Methods, Results, Conclusions, etc., and should not exceed more than 250 words in length.

**Title Page:** The title should describe the major emphasis of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (e.g., use “sodium hypochlorite” rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at [icmje.org](http://icmje.org)). The manuscript title, name and address (including email) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and order reprints when applicable. The contribution of each author should also be highlighted in the cover letter.

**Abstract:** The abstract should concisely describe the purpose of the study, the hypothesis, methods, major findings, and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (250 words) and the wide distribution of the abstract (e.g., PubMed) make this section challenging to write clearly. This section often is written last by many authors since they can draw

on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.

**Introduction:** The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. The purpose of the study, the tested hypothesis and its scope should be clearly described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the JOE. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper if the introduction fails to succinctly summarize the gap in knowledge that the study addresses. It is important to note that many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals. Therefore, authors should refrain from performing the extensive review of the literature, and discuss the results of the study in this section.

**Materials and Methods:** The objective of the materials and methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The four components of this section are the detailed description of the materials used and their components, the experimental design, the procedures employed, and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. Thus, the reader should still be able to understand the method used in the experimental approach and concentration of the main reagents (e.g., antibodies, drugs, etc.) even when citing a previously published method. The inclusion of a “methods figure” will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a **commercial product**, the manuscript must state that they either followed manufacturer’s protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an **in vitro** model to simulate a clinical outcome, the authors must describe experiments made to validate the **model**, or previous literature that proved the clinical relevance of the model. Studies on **humans** must conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB/equivalent committee(s) approved the protocol and that informed consent was obtained after the risks and benefits of participation were described to the subjects or patients recruited. Studies involving **animals** must state that the institutional animal care and use committee

approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, drop-outs from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.

**Results:** Only experimental results are appropriate in this section (i.e., neither methods, discussion, nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. All Figures, Charts, and Tables should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings. The author may consider the use of supplemental figures, tables or video clips that will be published online. Supplemental material is often used to provide additional information or control experiments that support the results section (e.g., microarray data).

**Figures:** There are two general types of figures. The first type of figures includes photographs, radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For example, most photos, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (i.e., about 175 mm wide X 125 mm high when published in the JOE), you would be able to place about 12 panels of photomicrographs (or radiographs, etc.) as an array of four columns across and three rows down (with each panel about 40 X 40 mm). This will require some editing to emphasize the most important feature of each photomicrograph, but it greatly increases the total number of illustrations that you can present in your paper. Remember that each panel must be clearly identified with a letter (e.g., "A," "B," etc.), in order for the reader to understand each individual panel. Several nice examples of composite figures are seen in recent articles by Jeger et al (J Endod 2012;38:884–888); Olivieri et al., (J Endod 2012;38:1007–1011); Tsai et al (J Endod 2012;38:965–970). Please note that color figures may be published at no cost to the authors and authors are encouraged to use color to enhance the value of the illustration. Please note that a multi-panel, composite figure only counts as one figure when considering the total number of figures in a manuscript (see section 3, below, for the maximum number of allowable figures). The second type of figures is graphs (i.e., line drawings including bar graphs) that plot a

dependent measure (on the Y-axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). Examples include a graph depicting pain scores over time, etc. Graphs should be used when the overall trend of the results are more important than the exact numerical values of the results. For example, a graph is a convenient way of reporting that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo group over the first 24 hours, but was the same as the placebo group for the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

**Tables:** Tables are appropriate when it is critical to present exact numerical values. However, not all results need be placed in either a table or figure. For example, the following table may not be necessary: Instead, the results could simply state that there was no inhibition of growth from 0.001-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03-3% NaOCl (N=5/group). Similarly, if the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure. These and many other suggestions on figure and table construction are described in additional detail in Day (1998).

% NaOCl	N/Group	% Inhibition of Growth
0.001	5	0
0.003	5	0
0.01	5	0
0.03	5	0
0.1	5	100
0.3	5	100
1	5	100

% NaOCI	N/Group	% Inhibition of Growth
3	5	100

**Discussion:** This section should be used to interpret and explain the results. Both the strengths and weaknesses of the observations should be discussed. How do these findings compare to the published literature? What are the clinical implications? Although this last section might be tentative given the nature of a particular study, the authors should realize that even preliminary clinical implications might have value for the clinical leadership. Ideally, a review of the potential clinical significance is the last section of the discussion. What are the major conclusions of the study? How does the data support these conclusions

**Acknowledgments:** All authors must affirm that they have no financial affiliation (e.g., employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultantships, patent licensing arrangements or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past three years. Any other potential conflict of interest should be disclosed. Any author for whom this statement is not true must append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Likewise, the sources and correct attributions of all other grants, contracts or donations that funded the study must be disclosed

**References:** The reference style follows Index Medicus and can be easily learned from reading past issues of the JOE. The JOE uses the Vancouver reference style, which can be found in most citation management software products. Citations are placed in parentheses at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits to the number of references for review articles.

#### Manuscripts Category Classifications and Requirements

Manuscripts submitted to the JOE must fall into one of the following categories. The abstracts for all these categories would have a maximum word count of 250 words:

CONSORT Randomized Clinical Trial-Manuscripts in this category must strictly adhere to the Consolidated Standards of Reporting Trials-CONSORT- minimum guidelines for the publication of randomized clinical trials. These guidelines can be found at [consort-statement.org](http://consort-statement.org). These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables\*.

Review Article-Manuscripts in this category is either narrative articles, or systematic reviews/meta-analyses. Case report/Clinical Technique articles even when followed by the extensive review of the literature will be categorized as “Case Report/Clinical Technique”. These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables\*.

Clinical Research (e.g., prospective or retrospective studies on patients or patient records, or research on biopsies, excluding the use of human teeth for technique studies). These manuscripts have a limit of 3,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables\*.

Basic Research Biology (animal or culture studies on biological research on physiology, development, stem cell differentiation, inflammation or pathology). Manuscripts that have a primary focus on biology should be submitted in this category while manuscripts that have a primary focus on materials should be submitted in the Basic Research Technology category. For example, a study on cytotoxicity of a material should be submitted in the Basic Research Technology category, even if it was performed in animals with histological analyses. These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or 4 tables\*.

Basic Research Technology (Manuscripts submitted in this category focus primarily on research related to techniques and materials used, or with potential clinical use, in endodontics). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and

acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 3 figures and tables \*.

Case Report/Clinical Technique (e.g., report of an unusual clinical case or the use of cutting-edge technology in a clinical case). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or tables\*. \* Figures, if submitted as multi-panel figures must not exceed 1-page length. Manuscripts submitted with more than the allowed number of figures or tables will require the approval of the JOE Editor or associate editors. If you are not sure whether your manuscript falls within one of the categories above, or would like to request preapproval for submission of additional figures please contact the Editor by email at [jendodontics@uthscsa.edu](mailto:jendodontics@uthscsa.edu). Importantly, adhering to the general writing methods described in these guidelines (and in the resources listed below) will help to reduce the size of the manuscript while maintaining its focus and significance. Authors are encouraged to focus on only the essential aspects of the study and to avoid inclusion of extraneous text and figures. The Editor may reject manuscripts that exceed these limitations.

**ANEXO 3****PARÂMETROS UTILIZADOS PARA MICRO-CT E RECONSTRUÇÃO**

Scanner=SkyScan1174v2

Instrument S/N=11J03088

Software=Version 1. 1 (build 9)

Home Directory=C:\SkyScan1174ver2

Source Type=RTW 50/800

Camera=SHT MR285MC

Camera Pixel Size (um)= 19.78

CameraXYRatio=1.0000

[User]

User Name=SkyScan

Computer Name=SCAN1174\_088

[Acquisition]

Data Directory=C:\Users\SkyScan\Documents\BRUNO CAVENAGO\Dente 5

Filename Prefix=50Kv\_800uA\_14um

Number Of Files= 400

Number Of Rows= 1024

Number Of Columns= 1304

Partial Width=OFF

Image crop origin X= 0

Image crop origin Y=0

Camera binning=1x1

Image Rotation=0.7300

Gantry direction=CC

Optical Axis (line)= 512

Object to Source (mm)=226.60

Camera to Source (mm)=266.50

Source Voltage (kV)= 50

Source Current (uA)= 800

Image Pixel Size (um)=16.82

Scaled Image Pixel Size (um)=16.822000

Image Format=TIFF  
Depth (bits)=16  
Screen LUT=0  
Exposure (ms)=6000  
Rotation Step (deg)=0.900  
Use 360 Rotation=YES  
FlatField Update=YES  
Scanning position=25.723 mm  
Flat Field Correction=ON  
Frame Averaging=OFF (1)  
Sharpening (%)=39  
Random Movement=OFF  
Geometrical Correction=ON  
Filter=0.5mmAl  
Rotation Direction=CC  
Type of Detector Motion=STEP AND SHOOT  
Scanning Trajectory=ROUND  
Number of connected scans=1  
Study Date and Time=Mar 26, 2018 19:36:01  
Scan duration=00:43:08  
Maximum vertical TS=5.0  
[Reconstruction]  
Reconstruction Program=NRecon  
Program Version=Version: 1.6.10.2  
Program Home Directory=C:\Users\Endodontia\Desktop\Softwares SkyScan 2107  
Reconstruction engine=NReconServer  
Engine version=Version: 1.6.10  
Reconstruction from batch=Yes  
Postalignment=-19.50  
Reconstruction servers= ENDODONTIA  
Reconstruction mode=Standard  
Dataset Origin=SkyScan1174v2  
Dataset Prefix=50Kv\_800uA\_14um  
Dataset Directory=C:\Users\Endodontia\Desktop\Pós-pre 25\Dente 05

Output Directory=C:\Users\Endodontia\Desktop\Pós-pre 25\Dente 05  
Time and Date=Oct 24, 2019 15:01:47  
First Section=56  
Last Section=911  
Reconstruction duration per slice (seconds)=0.521028  
Total reconstruction time (856 slices) in seconds=446.000000  
Section to Section Step=1  
Sections Count=856  
Result File Type=BMP  
Result File Header Length (bytes)=1134  
Result Image Width (pixels)=1304  
Result Image Height (pixels)=1304  
Pixel Size (um)=16.82200  
Reconstruction Angular Range (deg)=360.00  
Use 180+=OFF  
Angular Step (deg)=0.9000  
Smoothing=4  
Smoothing kernel=2 (Gaussian)  
Ring Artifact Correction=2  
Draw Scales=OFF  
Object Bigger than FOV=OFF  
Reconstruction from ROI=OFF  
Filter cutoff relative to Nyquist frequency=100  
Filter type=0  
Filter type description=Hamming (Alpha=0.54)  
Undersampling factor=1  
Threshold for defect pixel mask (%)=0  
Beam Hardening Correction (%)=40  
CS Static Rotation (deg)=0.00  
Minimum for CS to Image Conversion=0.020000  
Maximum for CS to Image Conversion=0.130000  
HU Calibration=OFF  
BMP LUT=0  
Cone-beam Angle Horiz.(deg)=5.542161

Cone-beam Angle Vert.(deg)=4.353428

[File name convention]

Filename Index Length=4

Filename Prefix=50Kv\_800uA\_14