



UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

NATHÁLIA MANCIOPPI CERQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA DO CANAL RADICULAR E DA ESPESSURA  
DENTINÁRIA DE INCISIVOS INFERIORES COM DOIS CANAIS APÓS PREPARO  
COM SISTEMA RECIPROCANTE**

RIBEIRÃO PRETO  
2022

NATHÁLIA MANCIOPPI CERQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA DO CANAL RADICULAR E DA  
ESPESSURA DENTINÁRIA DE INCISIVOS INFERIORES COM DOIS  
CANAIS APÓS PREPARO COM SISTEMA RECIPROCANTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Odontologia, área de concentração: Endodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Graziela Bianchi Leoni

Ribeirão Preto  
2022

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento  
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

C411a CERQUEIRA, Nathália Mancioppi, 1997-  
Avaliação da geometria do canal radicular e da espessura dentinária de incisivos inferiores com dois canais após preparo com sistema recíprocante / Nathália Mancioppi Cerqueira. – Ribeirão Preto, 2022.  
52 f.: il. color.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Graziela Bianchi Leoni.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Mestrado em Odontologia. Ribeirão Preto, 2022.

1. Canal radicular - tratamento. 2. Dentina. 3. Dentes – raízes. 4. Dentes – radiografia.  
I. Título

CDD 617.6

**NATHALIA MANCIOPPI CERQUEIRA**

**“AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA DA GEOMETRIA DO CANAL  
RADICULAR E DA ESPESSURA DENTINÁRIA DE INCISIVOS INFERIORES  
COM DOIS CANAIS APÓS PREPARO COM SISTEMA RECÍPROCANTE  
CONSERVADOR”**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Odontologia da  
Universidade de Ribeirão Preto para obtenção de  
título de Mestre em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Graziela Bianchi Leoni.

Área de concentração: Endodontia

Data de defesa: 28 de abril de 2022

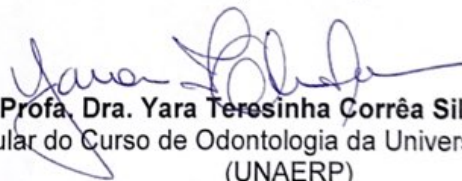
Resultado: APROVADA

**BANCA EXAMINADORA**



**Profa. Dra. Graziela Bianchi Leoni**

Professora Assistente Doutora do Curso de Odontologia da Universidade de  
Ribeirão Preto (UNAERP) – Presidente



**Profa. Dra. Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa**

Professora Titular do Curso de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto  
(UNAERP)



**Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi Chaves**

Professor Doutor da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da  
Universidade de São Paulo (FORP-USP)



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Odontologia de Pós-Graduação da Universidade de Ribeirão Preto em parceria com o Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Depto. de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (USP), com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (nº88887.483429/2020-00).

À **Deus** por ter me concedido a oportunidade de realizar uma pós-graduação, por sempre iluminar o meu caminho e estar presente na minha vida.

Aos meus pais **Sueli Mancioppi Cerqueira e José Aparecido Cerqueira**, por me incentivarem a fazer aquilo que eu gosto, e me apoiarem nos momentos difíceis. Por toda educação e ensinamentos que foram transmitidos a mim.

À minha irmã **Júlia Mancioppi Cerqueira**, por ter sido além de irmã, companheira e amiga. Por sempre me incentivar e me animar nos momentos em que eu estava triste.

Ao meu namorado **Achiles Mateus Bellodi Júnior**, por ter feito parte da minha caminhada nesses seis anos juntos, pelo companheirismo, paciência e amor que construímos.

Gratidão a todos!

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Ribeirão Preto, na pessoa da Magnífica Reitora **Profa. Dra. Suezelei de Castro França**, por toda estrutura, pelo ensino e pelas oportunidades que a Universidade me ofereceu.

À coordenadora do Curso de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, **Profa. Dra. Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa**, por todos os ensinamentos que foram transmitidos e pelas oportunidades de crescimento e aprendizado que eu obtive na pós-graduação.

À minha orientadora **Graziela Bianchi Leoni**, por sempre ter sido uma companheira e amiga, por ter me mostrado o lado científico da Odontologia, e ter me feito gostar da Endodontia. Pelas oportunidades incríveis que me concedeu, por me incentivar e me mostrar a realidade das coisas.

Aos professores do Programa da Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto **Prof. Dr. André Pitondo da Silva, Prof. Dr. Carlos Eduardo Saraiva Miranda, Profa. Dra. Danielle Cristine Furtado Messias, Prof. Dr. Edson Alfredo, Profa. Dra. Érica Alves Gomes, Profa. Dra. Fernanda Gonçalves Basso Lombardi, Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Júnior, Profa. Dra. Izabela Cristina Maurício Moris Rivera, Profa. Dra. Larissa Moreira Spinola de Castro Raucci, Profa. Dra. Marcelle Danelon** por todos os aprendizados que eu construí durante a minha trajetória na universidade.

Ao **Prof. Dr. Walter Raucci Neto**, por desde a graduação, sempre ter me incentivado a fazer aquilo que eu estava insegura, por sempre procurar responder às minhas dúvidas, e por me aconselhar quando eu mais precisei.

Aos colegas do Programa da Pós-graduação, **Ana Flávia Simões Barbosa, Elisabeth Helena Brazão, Nathalia Cristina Tavella e Paula Bonafim Borges Lemos**, pelo companheirismo, aprendizados, risadas e cookies.

À colega do Programa da Pós-graduação, **Victória Gabriela Louzada**, pela ajuda na execução deste trabalho.

Aos funcionários da Radiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto **Paula Simone Saia e Vinicius Batista Evangelista**, pelo auxílio nas radiografias deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto e Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi Chaves** por possibilitar

a colaboração no uso do laboratório e do microtomógrafo. Pelo auxílio e ensinamentos durante a realização desse projeto.

Aos pós-graduandos do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, **Alice Corrêa Silva Sousa, Letícia Gambarini, Poliana Gonçalves, Heitor Silva Prado, Guilherme Nilson Alves dos Santos, Leonardo Moreira Teodosio**, pelo apoio e companheirismo.

À DVI Radiologia Odontológica, por intermédio do **Dr. Cassiano Ricardo Ferreira Pires**, pela parceria e apoio durante o experimento.

À FKG Dentaire e Labordental, por intermédio da **Tatiana Damasceno Galerani**, pela parceria durante o experimento.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES- PROSUP)** pelo auxílio financeiro concedido para o desenvolvimento deste projeto.



“Não reze por uma vida fácil, reze por forças para suportar uma difícil”.

**Bruce Lee**

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar, por meio de microCT, as alterações da geometria dos canais radiculares e da espessura de dentina radicular em incisivos inferiores com dois canais, após preparo biomecânico com instrumentos recíprocos R-Motion com uso sequenciado ou único. Para isso, 18 incisivos inferiores tipo III de Vertucci, verificada por escaneamento em microtomógrafo, foram selecionados. Os dentes foram distribuídos de acordo com preparo biomecânico com sistema recíproco R-Motion (n=9): Grupo Sequenciado (S) com uso do instrumento 25/.06 seguido do 30/.04 e Grupo Único (U) usando apenas instrumento 30/.04. A patência dos canais foi realizada com instrumento R-Motion Glider 15/.03. Após cada etapa do preparo biomecânico, os espécimes foram submetidos a novo exame microtomográfico. Foram avaliadas as alterações de parâmetros bidimensionais (área, perímetro, circularidade, diâmetro maior e menor), tridimensionais (volume, área de superfície e Índice de Convexidade Tridimensional - SMI), transporte e porcentagem de paredes do canal não preparadas (PNP). Os dados bidimensionais e de transporte foram avaliados nos 3 milímetros apicais e na divisão dos canais no terço médio. Para a dentina foi avaliada a espessura das paredes proximais no terço médio. Ademais, foram obtidos modelos tridimensionais dos canais radiculares e da dentina codificada por cores de acordo com a espessura da sua estrutura tridimensional antes e após o preparo. Os dados foram submetidos à análise estatística para comparação intragrupos e intergrupos com nível de significância de 5%. Para o canal radicular, de maneira geral, o preparo biomecânico aumentou os parâmetros avaliados tanto no terço apical como na divisão dos canais no terço médio. No terço médio, menores aumentos de área e diâmetro menor foram encontrados no grupo U comparado tanto ao preparo com instrumento 25 como 30 no grupo S no canal lingual ( $p < 0,05$ ). Maior aumento de volume dos canais foi observado no grupo S com instrumento 30 comparado ao grupo U ( $p < 0,05$ ) e não houve diferença estatística entre os grupos para os aumentos de área de superfície e SMI ( $p > 0,05$ ). O percentual de PNP foi estatisticamente semelhante após o uso dos instrumentos 25 ( $27,76 \pm 11,86$ ) e 30 ( $27,75 \pm 21,43$ ) no grupo S comparado ao grupo U ( $24,56 \pm 11,35$ ) ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença do transporte no terço apical entre os protocolos avaliados ( $p > 0,05$ ) e, no terço médio, maiores valores foram encontrados no grupo U comparado com o preparo pelo instrumento 25 no grupo S no canal vestibular ( $p < 0,05$ ). Para a dentina, houve maior redução de espessura quando o instrumento 30 foi utilizado no grupo S comparado ao grupo U ( $p < 0,05$ ). Os modelos tridimensionais codificados por cores mostraram redução de espessura nas regiões proximais das raízes, independente do protocolo de preparo biomecânico, sendo mais evidente após preparo com instrumento 30 no grupo S. Concluiu-se que o preparo com sistema recíproco R-Motion de forma sequenciada ou única alteram de forma similar a geometria do canal radicular de incisivos inferiores com dois canais, sendo que o preparo sequenciado promove maior redução da espessura de dentina nas paredes proximais.

**Palavras-chave:** Microtomografia por Raio-X. Dentes Incisivos. Preparo de canal radicular. Dentina.

## ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate, by means of microCT, the change in root canal geometry and root dentin thickness in two canals mandibular incisors after biomechanical preparation with R-Motion reciprocating instruments with sequential or single use. For this, 18 Vertucci type III mandibular incisors, verified by microtomography scanning, were selected. Teeth were distributed according to the biomechanical preparation with the reciprocation R-Motion system (n=9): Sequenced Group (S) using the 25/.06 instrument followed by the 30/.04 and Single Group (U) only instrument 30/.04. Patency was performed using the R-Motion Glider 15/.03 instrument. After each biomechanical step, preparations were made for a new micrographic examination. Changes in two-dimensional parameters (area, perimeter, roundness, major and minor diameter), three-dimensional (volume, surface area and Structure Model Index - SMI), transportation and percentage of unprepared canal walls (UCW) were evaluated. The two-dimensional and transportation data were in the apical 3 millimeters and in the division of the canals in the middle. For dentin, the thickness to medium of the proximal walls was made. In addition, three-dimensional models of root canals and dentin encoded by cores were obtained according to the thickness of their three-dimensional structure before and after preparation. The data were selected for analysis and statistics for intragroup intergroup comparison with a significance level of 5%. For the root canal, in general, the biomechanical preparation increased the parameters both in the middle apical third and in the division of the canals in the third. With no middle third, smaller increases in area were found in the U group compared to both the smaller 25 and 30 instrument preparation in the S group in the lingual canal ( $p < 0.05$ ). Greater volume of canals was observed in group S with instrument 30 compared to group U ( $p < 0.05$ ) and there was no statistical difference between groups for increases in surface area and SMI ( $p > 0.05$ ). The percentage of UCW was statistically similar after using instruments 25 ( $27.76 \pm 11.86$ ) and 30 ( $27.75 \pm 21.43$ ) in group S compared to group U ( $24.56 \pm 11.35$ ) ( $p > 0.05$ ). There was no difference in transport in the apical third between the protocols ( $p > 0.05$ ) and, in the middle third, higher values were found in the U group compared to the preparation by the instrument 25 in the S group in the vestibular canal ( $p < 0.05$ ). For reduction, there was greater thickness when instrument 30 was used in group S compared to group U ( $p < 0.05$ ). The color-coded three-dimensional models showed a reduction in thickness in the proximal regions of the roots, regardless of the biomechanical preparation protocol, being more evident after preparation with a 30 instrument in the S group. It was concluded that the preparation with the reciprocating system R-Motion in a sequenced or single way similarly alters the root canal geometry of mandibular incisors with two canals, and the sequenced preparation promotes greater reduction in the thickness of dentin in the proximal walls.

**Keywords:** X-Ray Microtomography. Incisor. Root Canal Preparation. Dentin

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	16
3.2 SELEÇÃO INICIAL DA AMOSTRA .....	17
3.3 SECÇÃO DAS COROAS .....	18
3.4 EXAME TOMOGRÁFICO PARA SELEÇÃO DAS AMOSTRAS.....	18
3.5 AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA INICIAL.....	20
3.6 RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS IMAGENS .....	21
3.7 PROCESSAMENTO E ANÁLISE INICIAL DAS IMAGENS .....	22
3.8 GRUPOS E PREPARO DOS CANAIS RADICULARES .....	23
3.9 AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA PÓS-PREPARO .....	25
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
4.1 AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA BIDIMENSIONAL DO SCR .....	30
4.2 AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA TRIDIMENSIONAL DO SCR.....	35
4.3 AVALIAÇÃO DA DENTINA RADICULAR .....	37
4.4 AVALIAÇÃO QUALITATIVA.....	37
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>40</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>45</b>
<b>ANEXO</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Um importante avanço clínico na Endodontia foi a utilização da liga metálica de níquel-titânio (NiTi) para confecção de instrumentos endodônticos que permitiram o preparo do canal radicular mais previsível limitando os erros de procedimento (CLAUDER; BAUMANN, 2004). Assim, desde a introdução dos primeiros instrumentos rotatórios de NiTi para a preparação de canais radiculares a partir da década de 90, é notável o desenvolvimento de novos instrumentos com diferentes desenhos da parte ativa, variação de conicidade, cinemáticas e tratamentos da liga NiTi a fim de se atingir melhores resultados no preparo biomecânico dos canais radiculares (CLAUDER; BAUMANN, 2004; DUQUE *et al.*, 2017; GUIMARÃES *et al.*, 2017; ESPIR *et al.*, 2018; SOUSA-NETO *et al.*, 2018; DE-DEUS *et al.*, 2019; DUQUE *et al.*, 2019; KELES *et al.*, 2020; LOPES *et al.*, 2017; PÉREZ *et al.*, 2020; VELOZO *et al.*, 2020).

Inicialmente, com o advento da liga de NiTi, a conicidade foi uma das alterações mais significativas, uma vez que passou a diferir do padrão de 2% por milímetro da parte ativa estabelecido pela ANSI/ADA (1976, 1982), com a produção de instrumentos com conicidades variando de 2 a 12% (RUDDLE *et al.*, 2013). Este desenho revolucionário e progressivamente afilado limita a ação de corte de cada instrumento a uma região específica do canal, e permite uma sequência reduzida de instrumentos para produzir com segurança formas “*Schilderianas*” profundas (RUDDLE *et al.*, 2001).

O alargamento apical durante o preparo biomecânico é importante para que ocorra o maior toque de paredes do canal radicular, especialmente em zonas críticas de controle microbiano (SIQUEIRA e LOPES., 2011; AMINOSHARIAE e KULILD 2015; PEREZ *et al.*, 2018). Apesar da quantidade de instrumentação apical ser importante para remoção dos microrganismos presentes no canal radicular, a acentuada remoção de dentina deve ser evitada para prevenir fraturas radiculares (GLUSKIN *et al.*, 2014, BÜRKLEIN e SCHÄFER, 2015; PÉREZ *et al.*, 2018).

Nesse sentido, as novas ligas de NiTi com tratamento térmico foram desenvolvidas com o objetivo de melhorar a resistência a fadiga cíclica e proporcionar maior flexibilidade durante o preparo biomecânico com manutenção da anatomia original do canal (MARCELIANO-ALVES *et al.*, 2015; AZIM *et al.*, 2017; GUIMARÃES *et al.*, 2017; ESPIR *et al.*, 2018; DUQUE *et al.*, 2019; CARVALHO *et al.*, 2021; VIEIRA

SILVA *et al.*, 2021). Dentre essas ligas, foi desenvolvido o sistema recíprocante R-Motion (FKG Dentaire S.A., La Chaux-de-Fonds, Suíça) composto por um instrumento de patência mecanizada (15/.03) e por instrumentos 25/.06, 30/.04, 40/.04 e 50/.04 de uso único. Os instrumentos desse sistema são fabricados a partir de liga de NiTi com tratamento térmico e sua parte ativa apresenta secção transversal triangular com núcleo reduzido, o que pode diminuir a tensão gerada sobre a dentina. Além disso, sua parte ativa apresenta conicidades menores (0,4 e 0,6) comparados a outros sistemas recíprocantes do mercado (CARVALHO *et al.*, 2021), o que pode ser promissor em preparo de dentes com variações anatômicas e espessura de dentina reduzida (CARVALHO *et al.*, 2021).

Em relação as variações anatômicas, cada dente além das características anatômicas de cada grupo dental, pode apresentar variações atípicas (SLOWLEY, 1979). Os incisivos centrais e laterais inferiores possuem morfologia externa e interna semelhantes entre si (LEONI *et al.*, 2014) e, geralmente apresentam uma única raiz e um único canal radicular (HESS, 1925; VERTUCCI, 1984). Uma variação frequente nos incisivos inferiores é a presença de concavidade ao longo eixo da raiz, o que pode resultar na divisão do canal principal em uma porção vestibular e outra lingual, ou em até dois canais distintos e separados (LAWS *et al.*, 1971). A literatura evidencia a frequência da presença de dois canais variando de 11,5% a 50% (RANKINE-WILSON; HENRY, 1965; PINEDA; KUTTLER, 1972; MADEIRA; HETEM, 1973; BENJAMIN; DOWSON, 1974; VERTUCCI, 1974; MIYOSHI *et al.*, 1977; BELLIZZI; HARTWELL, 1982; LEONI *et al.*, 2014; WOLF *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2021). Quando da presença de dois canais nos incisivos inferiores, a variação anatômica mais prevalente é a configuração tipo III de Vertucci, onde um único canal inicia no terço cervical, se divide em dois, e então se fundem para terminar em um canal (VERTUCCI, 1984; ALMEIDA *et al.*, 2013; LEONI *et al.*, 2014; WOLF *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2021).

Além disso, nesse grupo dental, a parede radicular proximal apresenta uma menor espessura de dentina quando comparado às paredes vestibular e lingual (KHEDMAT *et al.*, 2015; ALMEIDA *et al.*, 2013). Essa espessura das paredes dentinárias é de suma importância para o planejamento do preparo biomecânico do canal radicular, pois a remoção excessiva durante o preparo biomecânico pode aumentar a suscetibilidade a fratura (ABOU-RASS, FRANK, GLICK., 1980; GU *et al.*, 2013; ORDINOLA-ZAPATA *et al.*, 2019; KELES *et al.*, 2020, ORDINOLA-ZAPATA *et*

*al.*, 2020). Nestes casos, a literatura recomenda menor preparo apical e o uso de instrumentos de menor conicidade ou que possuem conicidade decrescente para preservar a estrutura dentinária (GLUSKIN *et al.*, 2014).

Para analisar as diferentes etapas do tratamento endodôntico, a microtomografia computadorizada (micro-CT) é uma metodologia que tem sido utilizada na Endodontia para estudar desde a anatomia até diferentes etapas do tratamento e/ou retratamento endodôntico de diferentes grupos dentais (PLOTINO *et al.*, 2006; FAN *et al.*, 2009; SOMMA *et al.*, 2009; METZGER *et al.*, 2010; PETERS; PAQUÉ, 2011; VERSIANI; PÉCORA; SOUSA-NETO, 2011; VERSIANI; SOUSA-NETO; PÉCORA, 2013; CROZETA *et al.*, 2016; DUQUE *et al.*, 2019; KELES *et al.*, 2020; CARVALHO *et al.*, 2021; CROZETA *et al.*, 2021; VIEIRA SILVA *et al.*, 2021). A micro-CT é uma técnica não destrutiva e dessa forma possibilita a avaliação quantitativa e qualitativa detalhada do SCR e dentina radicular (VERSIANI; PÉCORA; SOUSANETO, 2011; VERSIANI; SOUSA-NETO; PÉCORA, 2011; VERSIANI; PÉCORA, SOUSA-NETO, 2013; LEONI *et al.*, 2013; SOUSA-NETO *et al.*, 2018; CARVALHO *et al.*, 2021; CERQUEIRA *et al.*, 2021; PEREIRA *et al.*, 2021). Os dados obtidos podem ser representados bi ou tridimensionalmente e as imagens adquiridas podem ser sobrepostas antes, durante e após as diferentes etapas do tratamento endodôntico (PLOTINO *et al.*, 2006; FAN *et al.*, 2009; SOMMA *et al.*, 2009; METZGER *et al.*, 2010; PETERS; PAQUÉ, 2011; VERSIANI; PÉCORA; SOUSA-NETO, 2011; VERSIANI; SOUSA-NETO; PÉCORA, 2013; CROZETA *et al.*, 2016; DUQUE *et al.*, 2019; KELES *et al.*, 2020; CARVALHO *et al.*, 2021; CROZETA *et al.*, 2021; VIEIRA SILVA *et al.*, 2021).

Apesar de vários aspectos morfológicos dos incisivos inferiores terem sido anteriormente investigados (HESS, 1925; LAWS *et al.*, 1971; VERTUCCI, 1984; ALMEIDA *et al.*, 2013; LEONI *et al.*, 2014; KHEDMAT *et al.*, 2015; WOLF *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2021), até o momento não há relatos na literatura da avaliação de protocolos de preparo biomecânico em incisivos inferiores com variação anatômica de dois canais. Portanto, considerando a presença de dois canais em incisivos inferiores e o achatamento radicular com a presença de concavidade e consequente espessura reduzida de dentina radicular na parede proximal, torna-se interessante avaliar os efeitos do preparo biomecânico com instrumentos reciprocantes propostos pelo sistema R-Motion nesta variação anatômica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do presente estudo foi avaliar, por meio de microtomografia computadorizada, as alterações da geometria dos canais radiculares e da espessura de dentina radicular em incisivos inferiores com configuração tipo III de Vertucci, após preparo biomecânico com instrumentos recíprocos R-Motion por preparo sequenciado (Grupo S) com a utilização do instrumento 25./06 seguido do instrumento 30./04 ou por preparo único (Grupo U) com a utilização apenas do instrumento 30./04.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar quantitativamente as alterações dos parâmetros bidimensionais de área, perímetro, circularidade, diâmetro maior e menor nos 3 milímetros apicais e no terço médio após o preparo biomecânico.
2. Avaliar quantitativamente as alterações dos parâmetros tridimensionais de volume, área de superfície e Índice de Convexidade Tridimensional (SMI) após o preparo biomecânico.
3. Avaliar quantitativamente o transporte do canal radicular bem como a porcentagem de paredes não preparadas após os protocolos de preparo biomecânico.
4. Avaliar quantitativamente as alterações de volume do canal radicular e espessura de dentina no terço médio após os protocolos de preparo biomecânico.
5. Avaliar qualitativamente as alterações da geometria dos canais radiculares e da espessura de dentina após o preparo biomecânico por meio dos modelos tridimensionais do sistema de canais radiculares e da dentina codificada por cores, de acordo com a espessura da sua estrutura tridimensional, respectivamente.



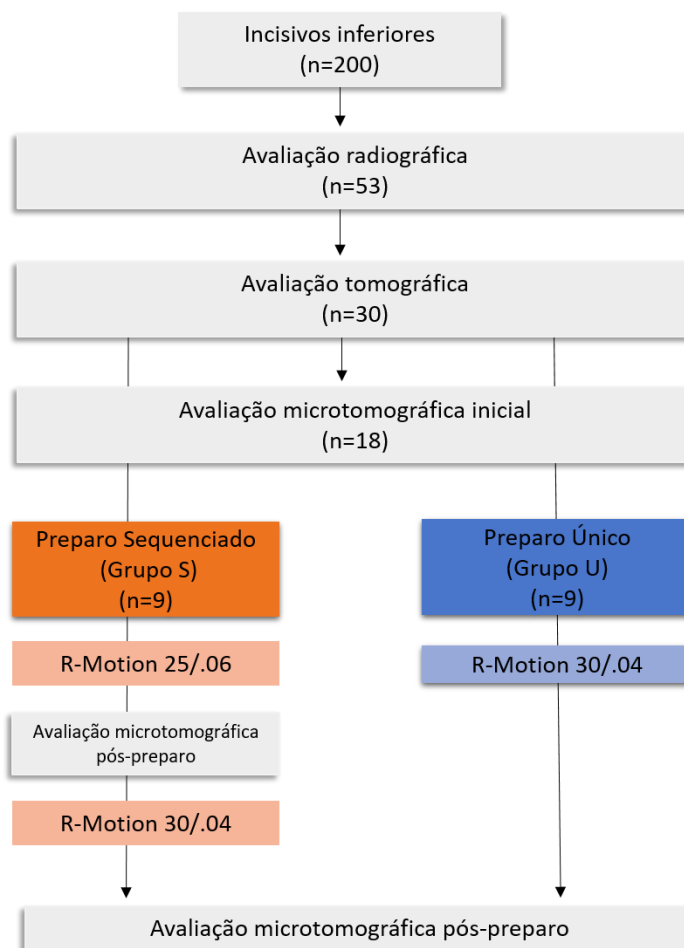
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi apresentado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto, conforme Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº: 53084621.0.0000.5498.

#### 3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O fator de estudo envolvido neste trabalho foi o protocolo de preparo biomecânico com o sistema R-Motion em dois níveis: Preparo Sequenciado (Grupo S) utilização do instrumento 25/.06 seguido do instrumento 30/.04 ou Preparo Único (Grupo U) com a utilização apenas do instrumento 30/.04. A amostra desse experimento foi de 18 incisivos inferiores humanos tipo III de Vertucci em dois grupos, de acordo com o protocolo de preparo biomecânico. O estudo foi realizado com nove repetições de cada grupo experimental. As variáveis de resposta quantitativas bidimensionais foram: área, perímetro, circularidade, diâmetro maior e menor e transporte dos canais radiculares e tridimensionais de: volume, área de superfície, SMI dos canais radiculares, porcentagem de paredes do canal preparadas; e volume de dentina radicular antes e após os protocolos de preparo biomecânico, obtidas por meio de microtomografia computadorizada. As variáveis de resposta qualitativa foram os modelos tridimensionais do sistema de canais radiculares e da dentina codificada por cores de acordo com a espessura da sua estrutura antes e após o preparo, obtidos por meio de microtomografia computadorizada. O fluxograma a seguir (Figura 1), apresenta de forma esquemática a sequência metodológica utilizada nas etapas do presente estudo.

**Figura 1.** Fluxograma do delineamento experimental.



Fonte: autor.

### 3.2 SELEÇÃO INICIAL DA AMOSTRA

Foram obtidos 200 incisivos inferiores humanos com rizogênese completa, estrutura radicular hígida, unirradiculares, mantidos em solução de timol a 0,1%. Os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas e, em seguida, sua superfície radicular externa foi limpa por meio de raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Posteriormente, tomadas radiográficas no sentido méso-radial foram realizadas com sensor radiográfico, tempo de exposição de 0,5 segundo e distância objeto-filme de 10 cm, 70 kVp (Spectro 70X, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo). As radiografias foram avaliadas no programa SCANORA Diagnostic v.5.1.2.4

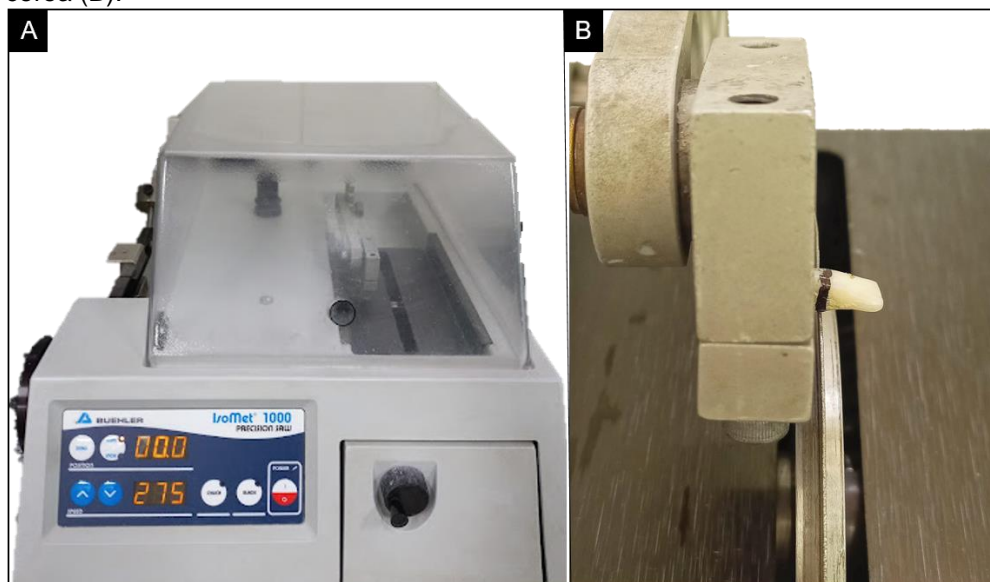
(SOREDEX, Tuusula, Finlândia) e foram excluídos os dentes que apresentaram nódulos pulpares, reabsorção interna, cirurgia de acesso invasiva, tratamento endodôntico prévio ou fratura radicular, sendo selecionados 53 dentes que apresentavam imagem sugestiva da presença de dois canais.

Em seguida, os dentes selecionados foram identificados numericamente e inseridos, individualmente, em recipiente plástico contendo 1 mL de soro fisiológico, e armazenados em estufa a 37°C até o momento de uso.

### 3.3 SECÇÃO DAS COROAS

Após seleção radiográfica inicial da amostra, os dentes tiveram as coroas seccionadas aproximadamente 3 mm acima da junção cimento-esmalte (JCE) (KELLES et al., 2016). Para a secção das coroas, cada dente foi acoplado a um dispositivo na máquina Isomet 1000 (Buehler, Lake Forest, IL, EUA), na qual um disco diamantado (South Bay Technology, San Clement, CA, EUA), peso de 250 g, refrigeração constante, e velocidade de 275 rpm, realizou o corte da porção coronária, perpendicularmente ao longo eixo da raiz (Figura 2). Após isso, os dentes foram novamente colocados em seus respectivos recipientes plásticos e armazenados.

**Figura 2.** Máquina de corte Isomet 1000 (A). Espécime em posição para secção da coroa (B).



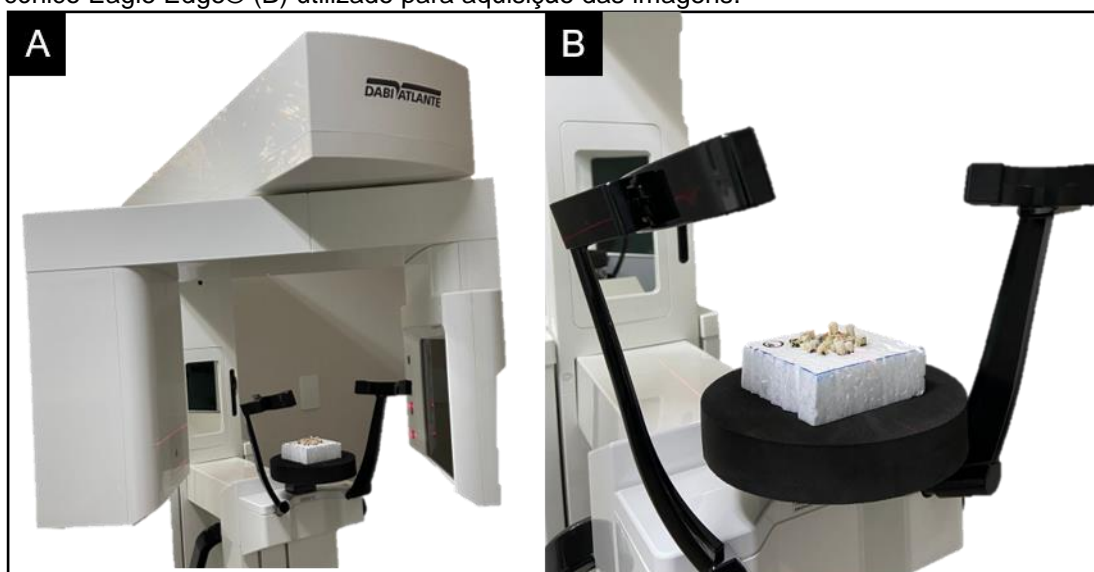
Fonte: autor.

### 3.4 EXAME TOMOGRÁFICO PARA SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

No intuito de fixar os elementos dentais para escaneamento tomográfico, foram confeccionadas placas de isopor quadrangulares (7x7cm), com auxílio de um cortador de isopor elétrico. Em seguida, ainda com auxílio de um cortador de isopor, pequenas depressões foram realizadas de forma a posicionar e fixar os espécimes em linhas dispostas no interior de um círculo de 5 cm correspondente ao campo de visão (*Field of view* - FOV) do aparelho tomográfico, com seus eixos vestibulo-lingual e méso-distal em um mesmo sentido. Na última linha no superior esquerdo foi inserido grampo metálico, a fim de identificar a posição da placa e amostras após aquisição das imagens.

As placas de isopor foram individualmente posicionadas na mesa do tomógrafo computadorizado de feixe cônico (Eagle Edge®, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP) (Figura 3B) da DVI Radiologia Odontológica Ribeirão Preto e em seguida foi realizada a aquisição das imagens com protocolo de aquisição com voxel isométrico de 0,085 mm, tempo de exposição de 40 segundos, 120 kVP, corrente de 6,3 mA e FOV de 5 cm.

**Figura 3.** Placa de isopor posicionadas na mesa (A) do tomógrafo computadorizado de feixe cônico Eagle Edge® (B) utilizado para aquisição das imagens.



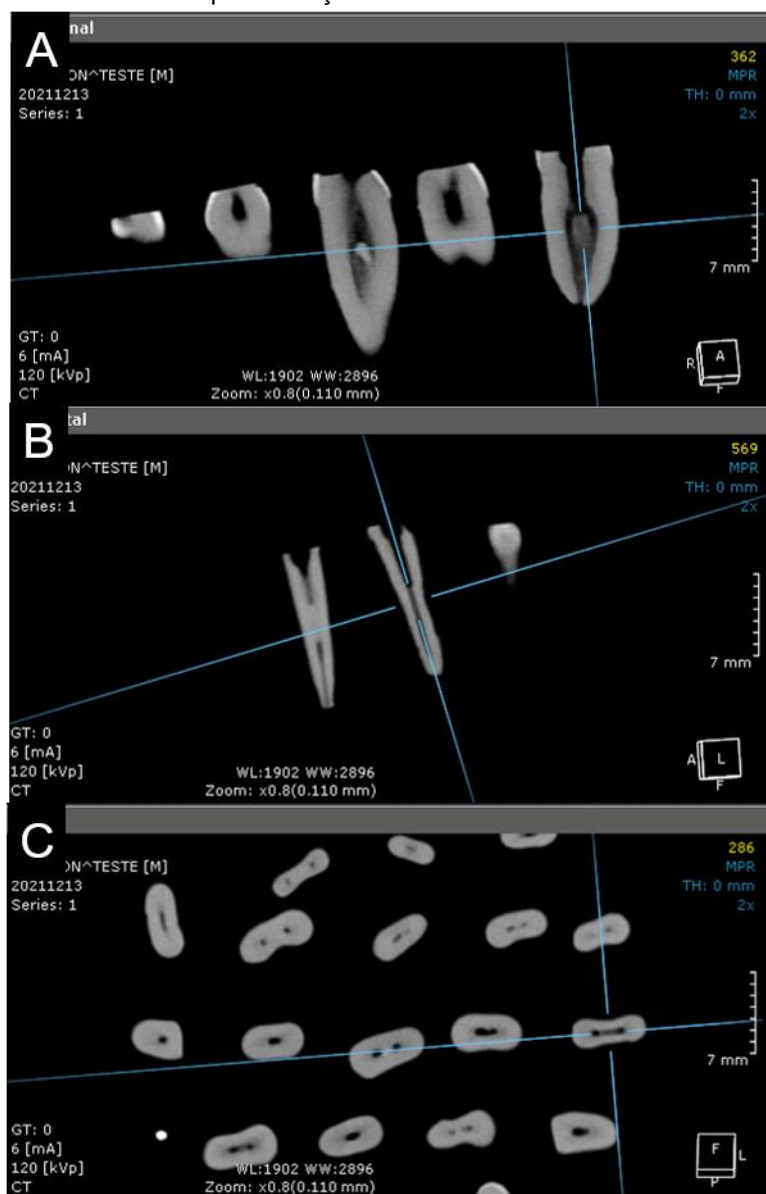
Fonte: autor.

As imagens foram salvas em formato *DICOM* (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) e analisadas com o software *OnDemand3DDental* (Instrumentarium Dental, Finlândia).

Por meio de navegação pelos planos sagital, coronal e axial, selecionou-se 30 incisivos inferiores que apresentaram configuração do SCR do tipo III de Vertucci, ou

seja, um único canal deixa a câmara pulpar, divide em dois dentro da raiz, e então se fundem para terminar como um canal (Figura 4).

**Figura 4.** Visualização dos planos (A) coronal, (B) sagital e (C) axial no software OnDemand3DDental para avaliação da anatomia interna para seleção de amostra.



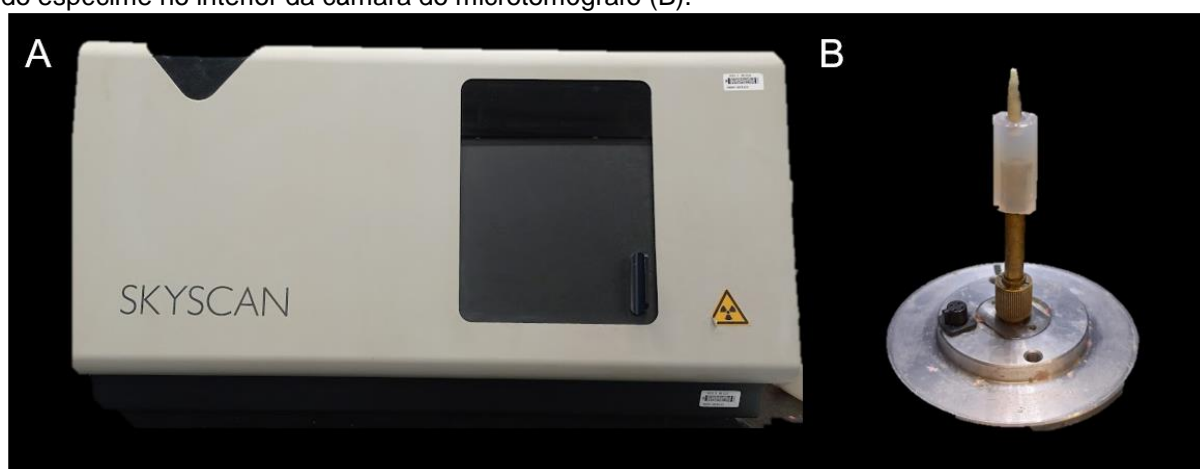
Fonte: autor.

### 3.5 AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA INICIAL

Os espécimes selecionados na tomografia foram escaneados por micro-CT para confirmação da avaliação da anatomia interna e em seguida para distribuição estratificada das amostras. Foi utilizando o microtomógrafo SkyScan modelo 1174 v.2 (SkyScan, Kontich, Bélgica) (Figura 5A), da Faculdade de Odontologia de Ribeirão

Preto (FORP-USP) no Departamento de Odontologia Restauradora. Antes do escaneamento, a face vestibular do remanescente da coroa dental de cada espécime foi identificada com caneta permanente. Cada espécime foi individualmente inserido em um tubo de poliestireno acoplado a um microposicionador metálico e este firmemente fixado à mesa giratória, por meio de um parafuso de controle manual, no interior da câmara do microtomógrafo. Dessa maneira, cada espécime ficou perpendicular em relação à fonte de radiação durante o escaneamento, reduzindo-se assim a possibilidade de distorção da imagem (Figura 5B).

**Figura 5.** Microtomógrafo SkyScan modelo 1174 v.2 (SkyScan, Kontich, Bélgica) (A). Posicionamento do espécime no interior da câmara do microtomógrafo (B).



Fonte: autor.

Em seguida, o escaneamento foi realizado nos parâmetros de 50 kV, 800 mA, resolução isotrópica de 20 $\mu$ m, 180° de rotação em torno do eixo vertical com passo de rotação de 0,7°, quantidade total de 2 quadros (*frames*), utilizando filtro de alumínio de 0,5 mm de espessura.

As projeções bidimensionais das imagens geradas foram arquivadas no formato *Tagged Image File* (TIFF). Ao término do escaneamento, os espécimes foram novamente imersos em soro fisiológico e armazenados em estufa (37°C, 95% umidade relativa).

### 3.6 RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS IMAGENS

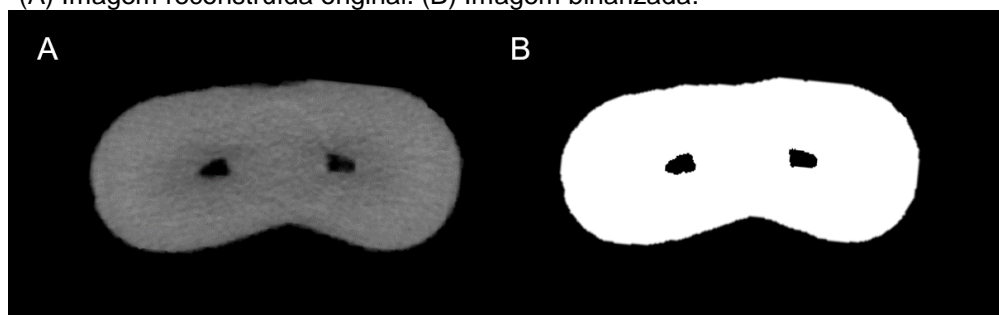
A etapa seguinte consistiu na reconstrução das secções axiais a partir das imagens das projeções angulares, por meio do algoritmo de reconstrução de feixe cônico de Feldkamp modificado, usando o programa NRecon v.1.6.10.2 (Bruker-

microCT, Kontich, Bélgica), resultando na completa representação da microestrutura interna de cada amostra. Neste sentido, foi aplicada redução de artefatos em forma de anel (*Ring Artifact*) no valor de 15 (escala de 0-20), de endurecimento de feixe (*Beam Hardening*) no percentual de 33% (escala de 0 a 100%), de suavização (*Smoothing*) no valor de 4 (escala de 0 a 10) e com o histograma de contraste variando de 0,00 (valor mínimo) a 0,15 (valor máximo). As secções axiais reconstruídas foram salvas em formato *Bitmap* (BMP).

### 3.7 PROCESSAMENTO E ANÁLISE INICIAL DAS IMAGENS

A partir das imagens reconstruídas, no programa CTAn v.1.18.8.0+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) foi realizada a segmentação da imagem por meio da técnica de binarização ou *threshold* interativo, na qual é realizada a segmentação dos valores de tons de cinza da reconstrução tridimensional obtendo-se, assim, uma imagem binária onde os *pixels* pretos representam o fundo e os *pixels* brancos, o objeto da análise (Figura 6).

**Figura 6.** Processamento e análise das imagens reconstruídas no software CTAn. (A) Imagem reconstruída original. (B) Imagem binarizada.



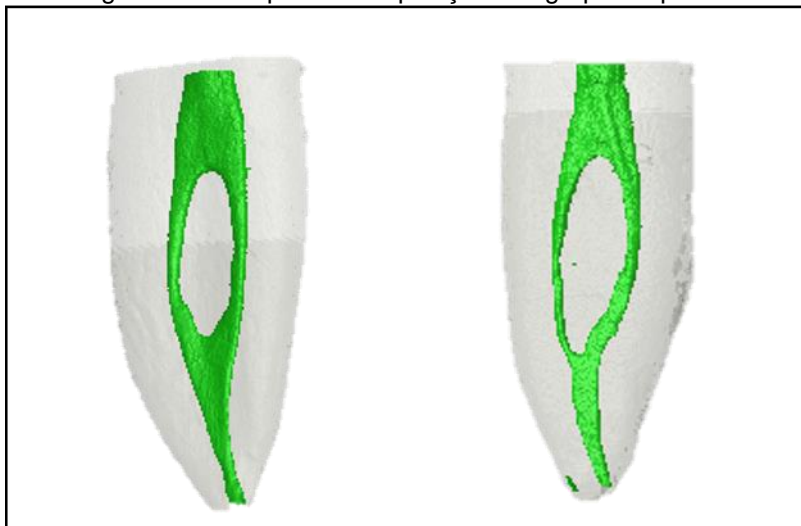
Fonte: autor.

Esse processo foi realizado para a região de interesse do SCR e da dentina radicular considerando a junção cimento-esmalte (JCE) até o ápice anatômico por meio da ferramenta *Custom Processing*, utilizando uma sequência de *plug-ins* (*task list*). Para o SCR foram obtidos os dados morfométricos tridimensionais de volume ( $\text{mm}^3$ ) e área de superfície ( $\text{mm}^2$ ).

No programa CTVol v.2.3.2.1 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), os modelos tridimensionais foram avaliados qualitativamente em relação à configuração da morfologia do SCR. A partir dessa avaliação, foram selecionados 18 incisivos inferiores apresentando anatomia interna tipo III de Vertucci (VERTUCCI, 1984)

(Figura 7). A fim de melhorar a validade interna do experimento, a composição dos grupos experimentais foi realizada por meio da técnica de amostragem estratificada. Para tanto, os incisivos inferiores foram combinados em 9 grupos de 2 dentes com base nos aspectos morfológicos dos SCR (modelo tridimensional, volume e área de superfície). Em seguida, um dente de cada grupo foi distribuído aleatoriamente a cada um dos dois grupos experimentais (n=9) (Figura 7). Esta distribuição possibilitou a formação de grupos experimentais homogêneos e representativos da variabilidade anatômica sem diferença estatisticamente significativa dos aspectos morfológicos entre os grupos (teste t de amostras independentes,  $p > 0,05$ ).

**Figura 7.** Modelos tridimensionais de dois dentes representativos do tipo III de Vertucci combinados com base nos aspectos morfológicos do SCR para a composição dos grupos experimentais.



Fonte: autor.

### 3.8 GRUPOS E PREPARO DOS CANAIS RADICULARES

O acesso aos canais dos espécimes foi realizado com broca esférica e broca Endo Z acionados por motor em alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e, em seguida, os canais foram irrigados com 2 mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5%, com agulha NaviTip calibre 30 (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) adaptada a seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). A exploração dos canais foi realizada com lima #8 tipo K de aço inox seguido de lima #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) que foi cuidadosamente introduzida no interior do canal até que sua ponta coincidisse com o forame apical, confirmando



a patência dos canais. Dessa medida, foram subtraídos 1 mm para o estabelecimento do comprimento de trabalho (CT).

Em seguida, a patência dos canais radiculares foi realizada com o instrumento recíprocante R-Motion Glider 15/.03 (Figura 8A). O instrumento foi ajustado no comprimento de trabalho, inserido dentro do canal radicular e ativado por motor elétrico em movimento recíprocante (X-SMART iQ, Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça) na função Reciproc, com suaves movimentos de bicada e leve pressão apical. A cada três movimentos, o instrumento foi limpo e os canais foram irrigados com 1 mL de NaOCl 2,5%.

Após a realização da patência, o preparo biomecânico dos canais foi realizado pela técnica recíprocante com uso de instrumentos do sistema R-Motion (Figura 8A) acionados por motor elétrico (X-SMART iQ, Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça) (Figura 9).

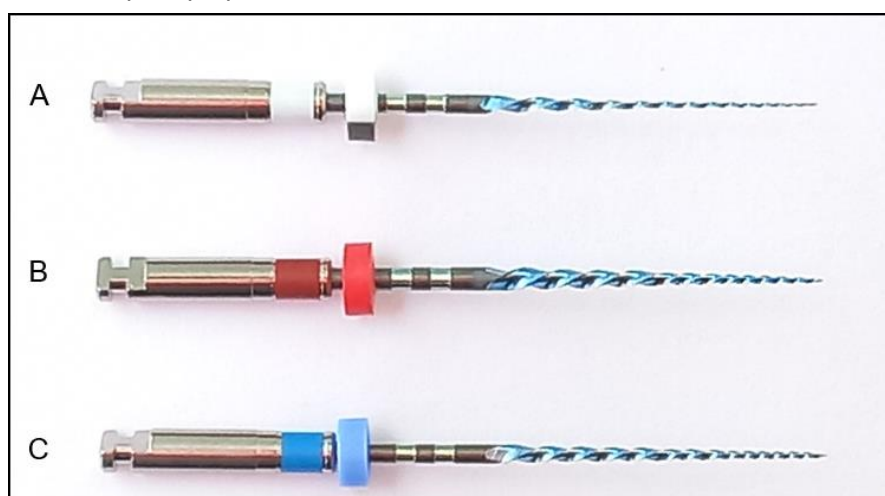
*Preparo Sequenciado (Grupo S):* os canais vestibulares e linguais foram preparados com o sistema R-Motion 25/.06. Em seguida, as amostras foram levadas ao microtomógrafo, para o primeiro escaneamento pós-preparo. As mesmas amostras foram instrumentadas com o sistema R-Motion 30/.04, e foram novamente submetidas a um segundo escaneamento pós-preparo.

*Preparo Único (Grupo U):* os canais radiculares vestibulares e linguais foram preparados apenas com o sistema R-Motion 30/.04. Após o preparo, as amostras foram submetidas a escaneamento microtomográfico pós-preparo.

Toda a instrumentação foi executada por um único operador experiente. Os instrumentos foram utilizados de forma passiva, com suaves movimentos de bicada na direção apical até atingir o CT. A cada três movimentos, o instrumento foi limpo e os canais foram irrigados totalizando 2 mL de solução de NaOCl 2,5% por canal. Cada instrumento foi utilizado em dois dentes a fim de evitar possíveis fraturas.

Finalizado o preparo, cada canal foi irrigado com 1 mL de EDTA 17% por 5 min, seguido de 1 mL de NaOCl 2,5% e, por fim, 1 mL de água destilada para remover as demais soluções utilizadas.

**Figura 8.** Instrumentos R-Motion Glider 15/.03 (A), 25/.06 (B) e 30/.04 (C) utilizados para preparo dos canais radiculares.



Fonte: autor.

**Figura 9.** Motor elétrico X-SMART iQ - Dentsply Sirona.



Fonte: autor.

### 3.9 AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA PÓS-PREPARO

Finalizado o preparo biomecânico, foi realizado novo exame microtomográfico utilizando os mesmos protocolos de escaneamento e reconstrução descritos no exame microtomográfico inicial. Previamente à análise quali-quantitativa, as imagens obtidas dos espécimes no exame microtomográfico pós-preparo foram alinhadas (sobreposição) em relação àquelas obtidas no exame microtomográfico inicial (antes do preparo) por meio da ferramenta *co-registration* no programa DataViewer v.1.5.1.2 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) (Figura 10).

**Figura 10.** Ferramenta *co-registration* no programa DataViewer (A) antes e (B) após o alinhamento dos espécimes nas diferentes etapas experimentais.

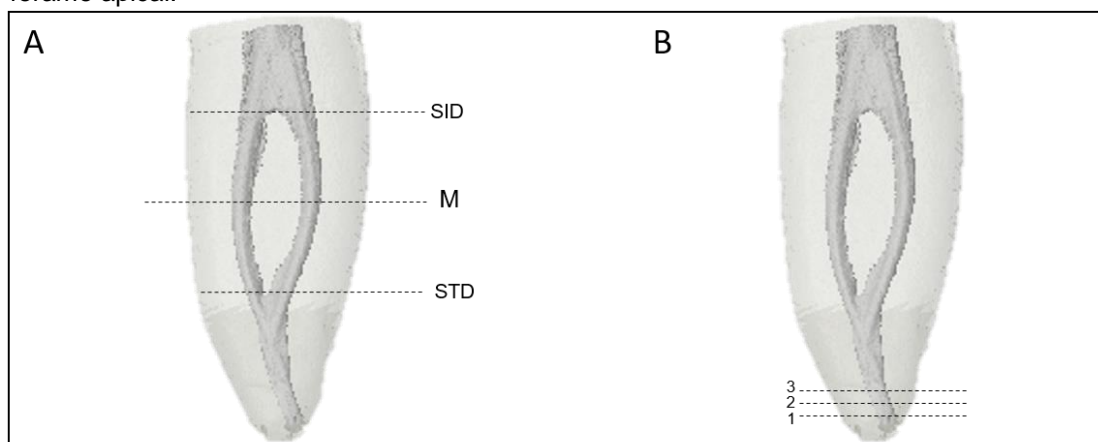


Fonte: autor.

Depois de garantido o alinhamento dos espécimes, foi realizado o processamento e análise das imagens pós-preparo, com auxílio do programa CTAn. Assim, as imagens antes e após o preparo foram binarizadas como descrito anteriormente na análise inicial.

Em seguida, foram obtidos os dados morfométricos bidimensionais de área, perímetro, circularidade, diâmetro maior e menor, e transporte. A análise dos dados foi realizada na secção transversal correspondente a metade da extensão da divisão dos canais (M) (Figura 11A) e nas secções correspondentes as distâncias de 1, 2 e 3 mm do forame apical (Figura 11B). Além disso, por meio da ferramenta *Custom Processing* utilizando uma sequência de *plug-ins (task list)*, foram obtidos os dados morfométricos tridimensionais de volume ( $\text{mm}^3$ ), área de superfície ( $\text{mm}^2$ ) e *Structure Index Model (SMI)* para o SCR considerando desde a JCE até o ápice anatômico. Para todos os parâmetros foram calculados a média de aumento por meio da diferença entre os valores finais e valores iniciais de cada espécime.

**Figura 11.** Representação esquemática da obtenção dos dados bidimensionais. (A) Mensuração dos dados na secção transversal correspondente a metade da extensão da divisão dos canais (M). (B) Mensuração dos dados bidimensionais nos milímetros 1,2 e 3 do forame apical.



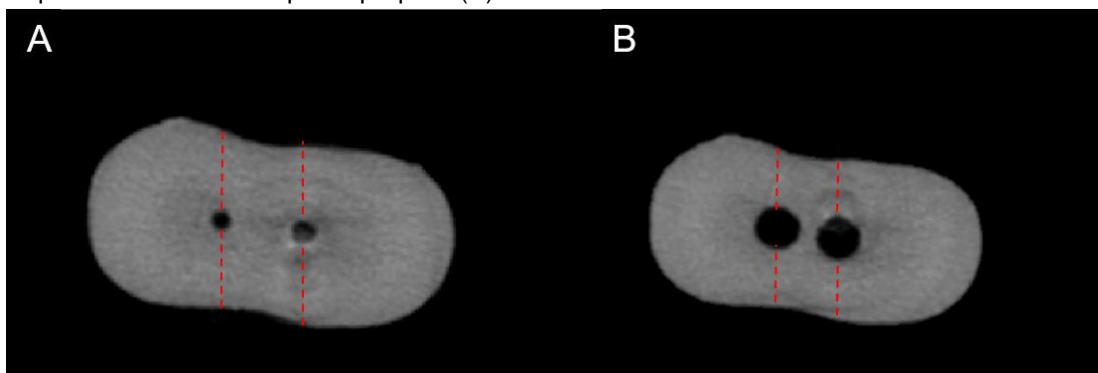
SID: Secção Inicial da Divisão dos canais e STD: Secção do Término da Divisão dos canais  
Fonte: autor.

O transporte (em mm) foi calculado comparando-se os centros de gravidade antes e após o preparo calculados para cada corte e conectados ao longo do eixo Z com uma linha ajustada. Esses dados foram analisados antes e após o preparo e foi calculado a média de alteração (D) de cada parâmetro através da subtração dos valores obtidos pós-preparo em relação aos valores pré-preparo.

Além disso, ainda para o SCR, o percentual de área de paredes não preparadas do canal foi determinado pelo cálculo de número de voxels estáticos e expresso como percentual do número total de voxels presentes na parede do canal.

Para a dentina foram feitas mensurações da espessura nas faces proximais considerando a linha perpendicular ao lúmen do canal na secção transversal correspondente à metade da extensão da divisão dos canais (M), utilizando a ferramenta *Measure tool* (Figura 12). Da mesma forma descrita para o SCR, foram calculados a média de aumento por meio da diferença entre os valores finais e valores iniciais de cada espécime.

**Figura 12.** Mensuração da espessura de dentina antes do preparo (A). Mensuração da espessura de dentina após o preparo (B).

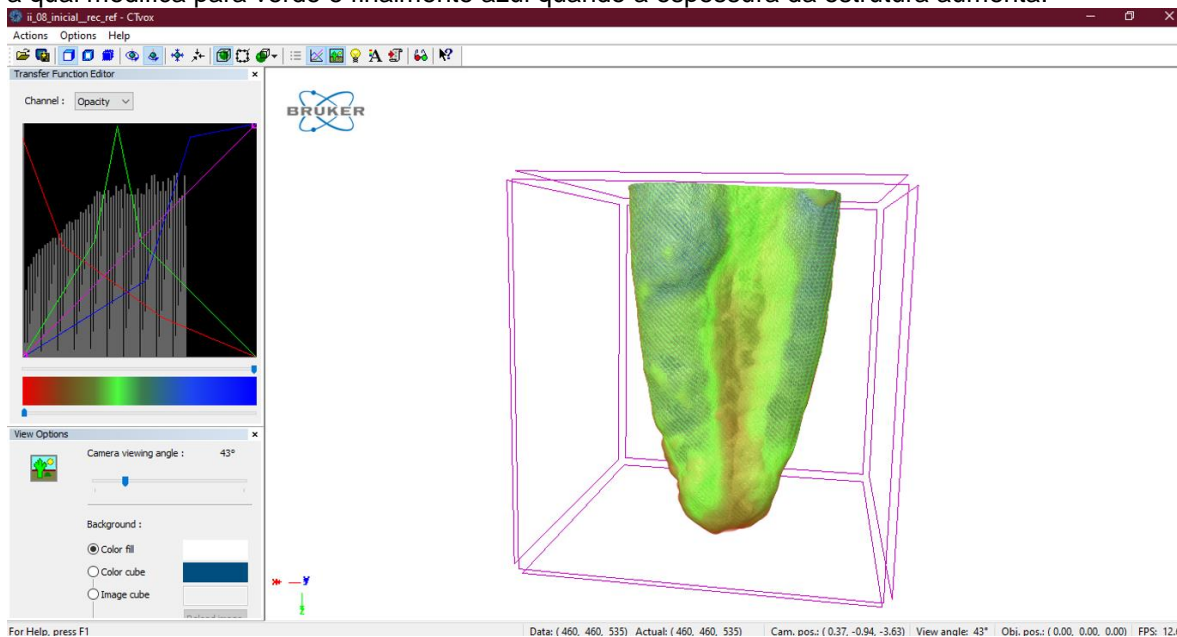


Fonte: autor.

Para análise qualitativa do SCR, foram obtidos modelos tridimensionais antes e após os procedimentos experimentais, os quais foram avaliados no programa CTVol v.2.2.3.0 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), onde as cores verde e vermelho indicaram, respectivamente, as superfícies do canal antes e após o preparo.

Para a avaliação qualitativa da espessura de dentina, foram gerados modelos tridimensionais codificados de acordo com faixas de valores de espessura. Estes modelos foram avaliados no programa CTVOx v.3.3.0 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), no qual o histograma de contraste foi representado pela distribuição de espessura na estrutura, ou seja, cada pico do gráfico do histograma representou uma faixa de espessura (em mm) ao longo da estrutura tridimensional. Assim, para cada pico do histograma foi atribuído um gradiente de cor, onde estruturas mais finas foram representadas em vermelho, a qual modifica para verde e finalmente azul quando a espessura da estrutura aumenta (Figura 13).

**Figura 13.** Programa CTVox utilizado para análise qualitativa evidenciando histograma de faixas de espessura codificadas por diferentes cores, onde estruturas finas são representadas em vermelho, a qual modifica para verde e finalmente azul quando a espessura da estrutura aumenta.



Fonte: autor.

## Análise Estatística

A análise estatística dos dados obtidos foi realizada com auxílio do programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software, San Jose, CA, EUA), com nível de significância de 5%. Confirmada a normalidade dos dados, foi realizado o teste T pareado para comparação intragrupos e teste T de amostras independentes para comparação intergrupos (Preparo Sequenciado e Preparo Único). Quando não confirmada normalidade dos dados, foi realizado o teste Wilcoxon para análise intragrupos e o teste Mann Whitney para comparação intergrupos.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA BIDIMENSIONAL DO SCR

Em relação aos parâmetros bidimensionais avaliados a 1,2 e 3 mm do forame apical observou-se, de maneira geral, que os protocolos de preparo aumentaram todos os parâmetros avaliados, exceto para o diâmetro maior no milímetro 1 no grupo S tanto com o instrumento 25 como com o instrumento 30.

Para a área e perímetro, a média de aumento foi maior no grupo S após o instrumento 25 quando comparado com o instrumento 30 nos milímetros 1 e 2 ( $p < 0,05$ ). Já a comparação entre grupos, não mostrou diferença da média de aumento no grupo S, com o grupo U ( $p > 0,05$ ) (Tabela I e II).

**Tabela I.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) da área nos milímetros 1,2 e 3 do forame apical de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	1 mm		2 mm		3 mm	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Inicial	<b>0,09 <math>\pm</math> 0,01</b>	<b>0,07 <math>\pm</math> 0,02</b>	<b>0,11 <math>\pm</math> 0,03</b>	<b>0,11 <math>\pm</math> 0,04</b>	<b>0,16 <math>\pm</math> 0,07</b>	<b>0,15 <math>\pm</math> 0,08</b>
Após 25	<b>0,16 <math>\pm</math> 0,07</b>	-	<b>0,25 <math>\pm</math> 0,13</b>	-	<b>0,36 <math>\pm</math> 0,17</b>	-
$\Delta$	0,07 $\pm$ 0,07a	-	0,14 $\pm$ 0,11a	-	0,20 $\pm$ 0,15a	-
Após 30	<b>0,17 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>0,17 <math>\pm</math> 0,07</b>	<b>0,27 <math>\pm</math> 0,15</b>	<b>0,25 <math>\pm</math> 0,09</b>	<b>0,41 <math>\pm</math> 0,16</b>	<b>0,38 <math>\pm</math> 0,10</b>
$\Delta$	0,09 $\pm$ 0,08b	0,09 $\pm$ 0,07	0,16 $\pm$ 0,13b	0,14 $\pm$ 0,06	0,25 $\pm$ 0,14a	0,24 $\pm$ 0,06

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

**Tabela II.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) do perímetro nos milímetros 1,2 e 3 do forame apical de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	1 mm		2 mm		3 mm	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Inicial	<b>1,33 <math>\pm</math> 0,38</b>	<b>1,15 <math>\pm</math> 0,32</b>	<b>1,61 <math>\pm</math> 0,57</b>	<b>1,19 <math>\pm</math> 0,51</b>	<b>2,14 <math>\pm</math> 0,87</b>	<b>2,10 <math>\pm</math> 0,94</b>
Após 25	<b>1,55 <math>\pm</math> 0,45</b>	-	<b>2,00 <math>\pm</math> 0,68</b>	-	<b>2,79 <math>\pm</math> 1,15</b>	-
$\Delta$	0,22 $\pm$ 0,21a	-	0,40 $\pm$ 0,22a	-	0,65 $\pm$ 0,50a	-
Após 30	<b>1,62 <math>\pm</math> 0,48</b>	<b>1,57 <math>\pm</math> 0,36</b>	<b>2,10 <math>\pm</math> 0,71</b>	<b>1,90 <math>\pm</math> 0,25</b>	<b>2,97 <math>\pm</math> 0,85</b>	<b>2,92 <math>\pm</math> 0,96</b>
$\Delta$	0,29 $\pm$ 0,24b	0,42 $\pm$ 0,25	0,50 $\pm$ 0,26b	0,68 $\pm$ 0,39	0,83 $\pm$ 0,62a	0,87 $\pm$ 0,27

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Para a circularidade, não houve diferença da média de aumento no grupo S após o instrumento 25 e 30, assim como na comparação entre grupos em nenhum dos milímetros avaliados ( $p > 0,05$ ) (Tabela III).

**Tabela III.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) da circularidade nos milímetros 1,2 e 3 do forame apical de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	1mm		2 mm		3 mm	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Inicial	<b>0,51 <math>\pm</math> 0,16</b>	<b>0,51 <math>\pm</math> 0,17</b>	<b>0,39 <math>\pm</math> 0,18</b>	<b>0,41 <math>\pm</math> 0,19</b>	<b>0,34 <math>\pm</math> 0,19</b>	<b>0,30 <math>\pm</math> 0,15</b>
Após 25	<b>0,67 <math>\pm</math> 0,10</b>	-	<b>0,63 <math>\pm</math> 0,15</b>	-	<b>0,53 <math>\pm</math> 0,21</b>	-
$\Delta$	0,16 $\pm$ 0,14a	-	0,25 $\pm$ 0,11a	-	0,20 $\pm$ 0,10a	-
Após 30	<b>0,71 <math>\pm</math> 0,10</b>	<b>0,69 <math>\pm</math> 0,18</b>	<b>0,61 <math>\pm</math> 0,15</b>	<b>0,63 <math>\pm</math> 0,22</b>	<b>0,50 <math>\pm</math> 0,20</b>	<b>0,49 <math>\pm</math> 0,21</b>
$\Delta$	0,20 $\pm$ 0,14a	0,20 $\pm$ 0,10	0,22 $\pm$ 0,10a	0,22 $\pm$ 0,12	0,16 $\pm$ 0,08a	0,19 $\pm$ 0,10

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Para o diâmetro maior e menor, a média de aumento foi maior no grupo S após o preparo com o instrumento 30, comparado com o instrumento 25 apenas no milímetro 3 e 2, respectivamente ( $p < 0,05$ ). A comparação entre grupos, mostrou maiores valores da média de aumento para o grupo U em relação ao instrumento 30 no grupo S, nos 3 milímetros avaliados apenas para o diâmetro maior ( $p < 0,05$ ) (Tabela IV e V).

**Tabela IV.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) do diâmetro maior nos milímetros 1,2 e 3 do forame apical de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	1mm		2 mm		3 mm	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Diâmetro maior						
Inicial	0,53 $\pm$ 0,20	<b>0,45 <math>\pm</math> 0,16</b>	<b>0,66 <math>\pm</math> 0,28</b>	<b>0,63 <math>\pm</math> 0,29</b>	<b>0,87 <math>\pm</math> 0,41</b>	<b>0,87 <math>\pm</math> 0,43</b>
Após 25	0,56 $\pm$ 0,19	-	<b>0,72 <math>\pm</math> 0,27</b>	-	<b>1,00 <math>\pm</math> 0,40</b>	-
$\Delta$	0,03 $\pm$ 0,07a	-	0,06 $\pm$ 0,07a	-	0,15 $\pm$ 0,09a	-
Após 30	0,60 $\pm$ 0,21	<b>0,56 <math>\pm</math> 0,15</b>	<b>0,80 <math>\pm</math> 0,28</b>	<b>0,76 <math>\pm</math> 0,29</b>	<b>1,09 <math>\pm</math> 0,40</b>	<b>1,09 <math>\pm</math> 0,39</b>
$\Delta$	0,05 $\pm$ 0,07a*	0,11 $\pm$ 0,07	0,10 $\pm$ 0,07a*	0,12 $\pm$ 0,05	0,19 $\pm$ 0,08b*	0,22 $\pm$ 0,09

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.



**Tabela V.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) do diâmetro menor nos milímetros 1,2 e 3 do forame apical de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	1mm		2 mm		3 mm	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Diâmetro menor						
Inicial	<b>0,25 <math>\pm</math> 0,05</b>	<b>0,22 <math>\pm</math> 0,04</b>	<b>0,24 <math>\pm</math> 0,04</b>	<b>0,23 <math>\pm</math> 0,05</b>	<b>0,24 <math>\pm</math> 0,05</b>	<b>0,22 <math>\pm</math> 0,05</b>
Após 25	<b>0,40 <math>\pm</math> 0,09</b>	-	<b>0,46 <math>\pm</math> 0,07</b>	-	<b>0,53 <math>\pm</math> 0,08</b>	-
$\Delta$	0,15 $\pm$ 0,13a	-	0,22 $\pm$ 0,11a	-	0,28 $\pm$ 0,11a	-
Após 30	<b>0,42 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>0,45 <math>\pm</math> 0,10</b>	<b>0,47 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>0,46 <math>\pm</math> 0,04</b>	<b>0,54 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>0,51 <math>\pm</math> 0,05</b>
$\Delta$	0,17 $\pm$ 0,13a	0,23 $\pm$ 0,12	0,23 $\pm$ 0,11b	0,23 $\pm$ 0,07	0,30 $\pm$ 0,11a	0,29 $\pm$ 0,07

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Para o transporte, não houve diferença estatisticamente significativa quando comparado no grupo S o instrumento 25 com o instrumento 30 nos milímetros 1 e 3 assim como na comparação entre grupos nos 3 milímetros avaliados ( $p > 0,05$ ) (Tabela VI).

**Tabela VI.** Mediana e intervalo interquartil do transporte nos milímetros 1,2 e 3 do forame apical de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	1mm		2 mm		3 mm	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Transporte						
Após 25	0,03 (0,02-0,04)a	-	0,03 (0,03-0,06)a	-	0,04 (0,02-0,15)a	-
Após 30	0,03 (0,02-0,26)a	0,04 (0,02-0,08)	0,05 (0,03-0,27)b	0,02 (0,01-0,05)	0,05 (0,02-0,25)a	0,04 (0,02-0,08)

Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo (teste de Wilcoxon entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).

Ainda em relação aos parâmetros bidimensionais, os dados morfométricos avaliados na divisão dos canais vestibular e lingual mostraram que, assim como no terço apical, de forma geral, todos os preparos avaliados resultaram em aumento dos parâmetros ( $p < 0,05$ ), exceto pelo perímetro no canal vestibular após o uso do instrumento 30 no grupo S (tabelas VII, VIII, IX, X, XI, XII).

Para a área, não houve diferença da média de aumento após o preparo com o instrumento 30 comparado com o instrumento 25 no grupo S nos canais vestibular e lingual ( $p > 0,05$ ). O canal lingual mostrou maiores valores da média de aumento do instrumento 25 e 30 do grupo S quando comparado com o grupo U ( $p < 0,05$ ) (Tabela VII).

**Tabela VII.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) da área dos canais vestibular e lingual de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	V		L	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Área				
Inicial	<b>0,14 <math>\pm</math> 0,10</b>	<b>0,11 <math>\pm</math> 0,05</b>	<b>0,08 <math>\pm</math> 0,04</b>	<b>0,07 <math>\pm</math> 0,03</b>
Após 25	<b>0,47 <math>\pm</math> 0,10</b>	-	<b>0,48 <math>\pm</math> 0,09</b>	-
$\Delta$	0,33 $\pm$ 0,15a	-	0,40 $\pm$ 0,12a*	-
Após 30	<b>0,49 <math>\pm</math> 0,06</b>	<b>0,39 <math>\pm</math> 0,07</b>	<b>0,49 <math>\pm</math> 0,07</b>	<b>0,35 <math>\pm</math> 0,05</b>
$\Delta$	0,35 $\pm$ 0,12a	0,27 $\pm$ 0,06	0,41 $\pm$ 0,10a*	0,28 $\pm$ 0,05

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Para o perímetro, a média de aumento foi maior após o preparo com o instrumento 30 comparado com o instrumento 25 no grupo S, no canal lingual ( $p < 0,05$ ). Já a comparação entre grupos não mostrou diferença da média de aumento do perímetro tanto para o canal vestibular quanto para o canal lingual (Tabela VIII).

**Tabela VIII.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) do perímetro dos canais vestibular e lingual de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	V		L	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Perímetro				
Inicial	<b>1,52 <math>\pm</math> 0,71</b>	<b>1,41 <math>\pm</math> 0,55</b>	<b>1,04 <math>\pm</math> 0,34</b>	<b>1,01 <math>\pm</math> 0,27</b>
Após 25	<b>2,62 <math>\pm</math> 0,07</b>	-	<b>2,61 <math>\pm</math> 0,24</b>	-
$\Delta$	1,10 $\pm$ 0,76a	-	1,57 $\pm$ 0,52a	-
Após 30	2,66 $\pm$ 0,26	2,41 $\pm$ 0,40	<b>2,69 <math>\pm</math> 0,20</b>	<b>2,24 <math>\pm</math> 0,15</b>
$\Delta$	1,15 $\pm$ 0,63a	1,02 $\pm$ 0,30	1,64 $\pm$ 0,49b	1,24 $\pm$ 0,26

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Para a circularidade, não houve diferença da média de aumento entre o instrumento 25 e 30 no grupo S, como também na comparação entre grupos ( $p > 0,05$ ) (Tabela IX).

**Tabela IX.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) da circularidade dos canais vestibular e lingual de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	V		L	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Circularidade				
Inicial	<b>0,63 <math>\pm</math> 0,18</b>	<b>0,66 <math>\pm</math> 0,789</b>	<b>0,69 <math>\pm</math> 0,12</b>	<b>0,73 <math>\pm</math> 0,12</b>
Após 25	<b>0,79 <math>\pm</math> 0,13</b>	-	<b>0,84 <math>\pm</math> 0,07</b>	-
$\Delta$	0,17 $\pm$ 0,11a	-	0,15 $\pm$ 0,14a	-
Após 30	<b>0,80 <math>\pm</math> 0,12</b>	<b>0,79 <math>\pm</math> 0,16</b>	<b>0,82 <math>\pm</math> 0,07</b>	<b>0,84 <math>\pm</math> 0,05</b>
$\Delta$	0,18 $\pm$ 0,09a	0,13 $\pm$ 0,07	0,14 $\pm$ 0,13a	0,11 $\pm$ 0,12

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Para o diâmetro maior, a média de aumento foi maior no grupo S após o preparo com o instrumento 30 comparado com o instrumento 25 nos canais vestibular e lingual ( $p < 0,05$ ). Além disso, a comparação entre grupos não mostrou diferença estatisticamente significativa da média de aumento quando comparado o grupo S, com o grupo U, nos canais vestibular e lingual ( $p > 0,05$ ) (Tabela X).

**Tabela X.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) do diâmetro maior dos canais vestibular e lingual de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	V		L	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Diâmetro maior				
Inicial	<b>0,54 <math>\pm</math> 0,26</b>	<b>0,52 <math>\pm</math> 0,25</b>	<b>0,37 <math>\pm</math> 0,12</b>	<b>0,35 <math>\pm</math> 0,11</b>
Após 25	<b>0,87 <math>\pm</math> 0,14</b>	-	<b>0,85 <math>\pm</math> 0,08</b>	-
$\Delta$	0,33 $\pm$ 0,25a	-	0,48 $\pm$ 0,18a	-
Após 30	<b>0,88 <math>\pm</math> 0,11</b>	<b>0,81 <math>\pm</math> 0,18</b>	<b>0,90 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>0,73 <math>\pm</math> 0,05</b>
$\Delta$	0,34 $\pm$ 0,20b	0,29 $\pm$ 0,13	0,51 $\pm$ 0,18b	0,37 $\pm$ 0,10

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Para o diâmetro menor no canal vestibular no grupo S, não houve diferença da média de aumento entre o instrumento 25 com o instrumento 30, como também na comparação entre grupos ( $p > 0,05$ ). Já para o canal lingual, a média de aumento foi maior após o preparo com o instrumento 30 comparado com o instrumento 25; e a comparação entre grupos mostrou maiores valores da média de aumento do instrumento 25 e 30 do grupo S comparado com o grupo U ( $p < 0,05$ ) (Tabela XI).

**Tabela XI.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) do diâmetro menor dos canais vestibular e lingual de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	V		L	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Diâmetro menor				
Inicial	<b>0,34 <math>\pm</math> 0,11</b>	<b>0,32 <math>\pm</math> 0,07</b>	<b>0,26 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>0,27 <math>\pm</math> 0,06</b>
Após 25	<b>0,74 <math>\pm</math> 0,08</b>	-	<b>0,75 <math>\pm</math> 0,08</b>	-
$\Delta$	0,49 $\pm$ 0,14a	-	0,49 $\pm$ 0,14a*	-
Após 30	<b>0,75 <math>\pm</math> 0,07</b>	<b>0,66 <math>\pm</math> 0,04</b>	<b>0,76 <math>\pm</math> 0,05</b>	<b>0,64 <math>\pm</math> 0,04</b>
$\Delta$	0,41 $\pm$ 0,15a	0,34 $\pm$ 0,08	0,50 $\pm$ 0,12b*	0,37 $\pm$ 0,07

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Em relação ao transporte, no canal vestibular no grupo S não foi observado diferença nos valores de transporte após o preparo do instrumento 30 comparado ao preparo com o instrumento 25 ( $p > 0,05$ ). No entanto, maiores valores de transporte foi observado no preparo com instrumento 30 no grupo U comparado ao preparo do instrumento 25 no grupo S ( $p < 0,05$ ). Já para o canal lingual houve maior transporte após o preparo com o instrumento 25 comparado ao instrumento 30 no grupo S ( $p < 0,05$ ) e não houve diferença dos valores de transporte entre grupos (Tabela XII).

**Tabela XII.** Mediana e intervalo interquartil do transporte dos canais vestibular e lingual de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	V		L	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Transporte				
Após 25	0,08 (0,05-0,13)a*	-	0,13 (0,08-0,21)a	-
Após 30	0,11 (0,05-0,27)a	0,13 (0,11-0,35)*	0,08 (0,05-0,11)b	0,09 (0,06-0,12)

Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo (teste de Wilcoxon entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre os grupos (teste Mann Whitney,  $p < 0,05$ ).

#### 4.2 AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA TRIDIMENSIONAL DO SCR

Em relação aos parâmetros tridimensionais, no grupo S a média do aumento do volume foi maior após o preparo com o instrumento 30 comparado com o instrumento 25 ( $p < 0,05$ ). Além disso, a comparação entre grupos mostrou maior média de aumento do volume após o instrumento 30, comparado com o preparo do grupo U ( $p < 0,05$ ) (Tabela XIII).

**Tabela XIII.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) do volume do sistema de canais radiculares de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	Grupo S	Grupo U
Volume		
Inicial	<b>3,47 <math>\pm</math> 1,9</b>	<b>3,17 <math>\pm</math> 1,7</b>
Após 25	<b>9,10 <math>\pm</math> 1,8</b>	-
$\Delta$	5,63 $\pm$ 1,5a	-
Após 30	<b>9,61 <math>\pm</math> 1,7</b>	<b>8,05 <math>\pm</math> 1,9</b>
$\Delta$	6,14 $\pm$ 1,5b*	4,88 $\pm$ 0,9

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

Para a área de superfície, SMI e paredes não preparadas não houve diferença da média de aumento no grupo S entre o instrumento 25 e o instrumento 30, como também quando comparado com o grupo U ( $p > 0,05$ ) (Tabelas XIV, XV e XVI).

**Tabela XIV.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) da área de superfície do sistema de canais radiculares de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	Grupo S	Grupo U
Área de superfície		
Inicial	<b>34,95 <math>\pm</math> 9,3</b>	<b>34,74 <math>\pm</math> 12,3</b>
Após 25	<b>50,97 <math>\pm</math> 7,7</b>	-
$\Delta$	16,74 $\pm$ 6,6a	-
Após 30	<b>53,47 <math>\pm</math> 7,3</b>	<b>50,25 <math>\pm</math> 9,9</b>
$\Delta$	18,52 $\pm$ 8,8a	14,80 $\pm$ 3,1

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

**Tabela XV.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) do SMI do sistema de canais radiculares de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	Grupo S	Grupo U
SMI		
Inicial	<b>1,99 <math>\pm</math> 0,3</b>	<b>1,84 <math>\pm</math> 0,3</b>
Após 25	<b>2,41 <math>\pm</math> 0,1</b>	-
$\Delta$	0,42 $\pm$ 0,2a	-
Após 30	<b>2,35 <math>\pm</math> 0,2</b>	<b>2,25 <math>\pm</math> 0,3</b>
$\Delta$	0,37 $\pm$ 0,2a	0,41 $\pm$ 0,2

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

**Tabela XVI.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) da porcentagem de paredes não preparadas do sistema de canais radiculares de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	Grupo S	Grupo U
Paredes não preparadas (%)		
Após 25	27,76 $\pm$ 11,86a	-
Após 30	27,75 $\pm$ 21,43a	24,56 $\pm$ 11,35

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DA DENTINA RADICULAR

Para a espessura de dentina, houve redução da espessura de dentina na parede proximal tanto do canal vestibular como lingual, após o preparo do grupo S e após o preparo do grupo U ( $p < 0,05$ ). No grupo S, o instrumento 30 mostrou maior redução comparado com o instrumento 25 ( $p < 0,05$ ). Além disso, a comparação entre grupos evidenciou maior redução de espessura de dentina quando o instrumento 30 foi utilizado após o 25 comparado ao grupo U ( $p < 0,05$ ).

**Tabela XVII.** Média ( $\pm$  desvio-padrão) da espessura de dentina do sistema de canais radiculares de incisivos inferiores com dois canais antes e após o preparo biomecânico.

Parâmetro	V		L	
	Grupo S	Grupo U	Grupo S	Grupo U
Espessura				
Inicial	<b>1,24 <math>\pm</math> 0,13</b>	<b>1,12 <math>\pm</math> 0,13</b>	<b>1,20 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>1,17 <math>\pm</math> 0,12</b>
Após 25	<b>1,04 <math>\pm</math> 0,11</b>	-	<b>0,96 <math>\pm</math> 0,10</b>	-
$\Delta$	0,19 $\pm$ 0,08a	-	0,25 $\pm$ 0,11a	-
Após 30	<b>1,02 <math>\pm</math> 0,10</b>	<b>0,97 <math>\pm</math> 0,12</b>	<b>0,91 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>0,97 <math>\pm</math> 0,12</b>
$\Delta$	0,22 $\pm$ 0,09b*	0,15 $\pm$ 0,07*	0,29 $\pm$ 0,09b*	0,20 $\pm$ 0,08*

Valores em negrito na mesma coluna indicam diferença estatística intragrupo inicial e após preparo (teste t pareado,  $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa intragrupo na média do aumento (teste t pareado entre Grupo S #25 e Grupo S #30,  $p < 0,05$ ). \* indica diferença estatística significativa entre a média de aumentos entre os grupos (teste t para amostras independentes,  $p < 0,05$ ).  $\Delta$ : média do aumento.

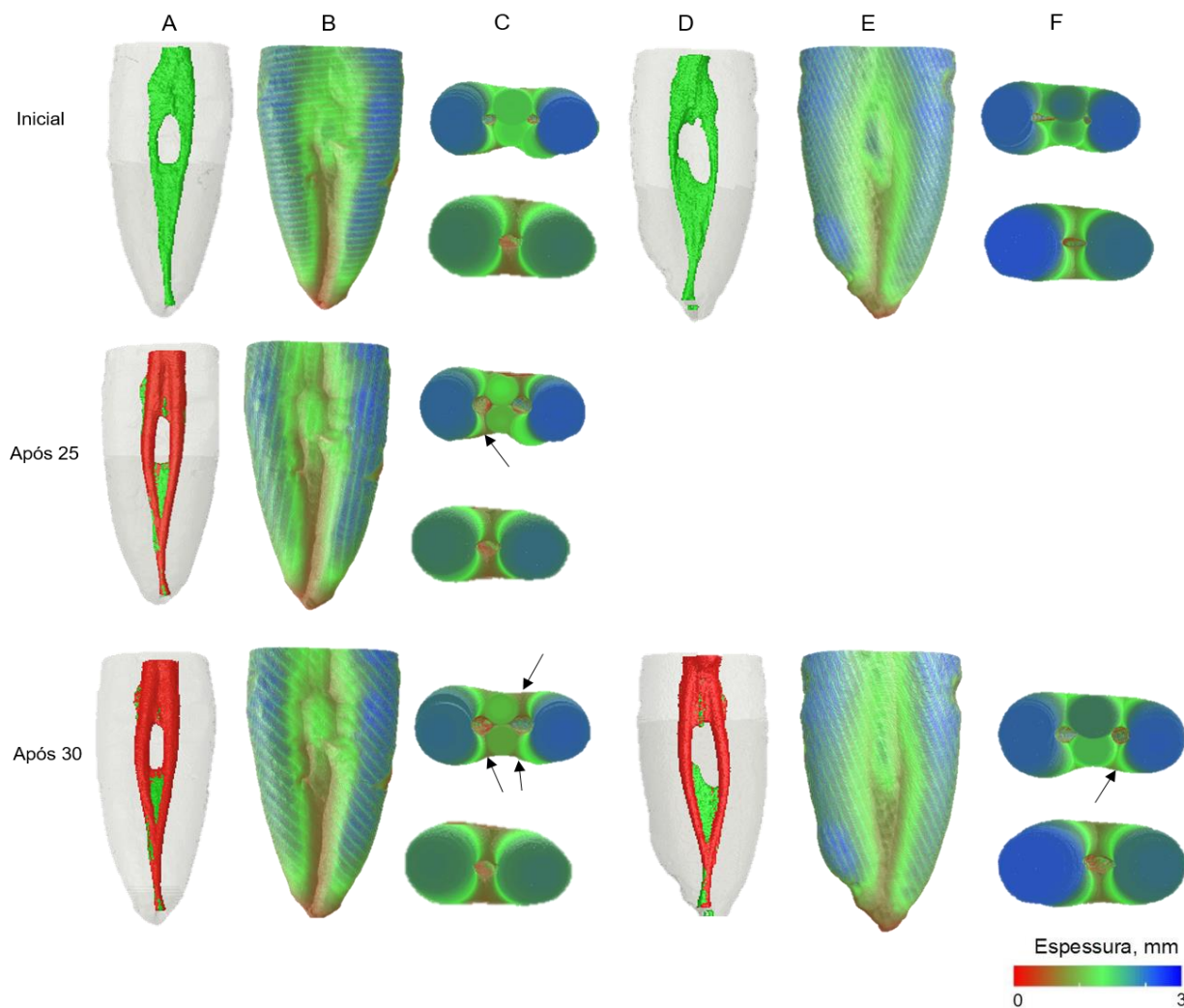
#### 4.4 AVALIAÇÃO QUALITATIVA

Na Figura 14 estão apresentados os modelos tridimensionais representativos das diferentes etapas e grupos experimentais.

Independente do protocolo de preparo biomecânico, podemos observar um preparo centralizado com evidente preparo das paredes radiculares (em vermelho) sendo que as áreas não preparadas correspondem, em geral, às áreas de istmo (em verde) (Figura 14 A e D).

Os modelos tridimensionais da dentina codificados por cores de acordo com a distribuição da sua espessura mostraram, de maneira geral, redução de espessura especialmente na parede proximal independente do protocolo de preparo biomecânico. Na comparação entre os grupos, no preparo com o instrumento 30 no grupo S observa-se um discreto aumento de espessura reduzida (mudança da cor azul ou verde para cor laranja e vermelho) quando comparado com o preparo isolado com 25 ou com a 30 do grupo U (Figura 14 B e E).

**Figura 14.** Modelos tridimensionais do sistema de canais radiculares (A e D) e da dentina codificada por cores de acordo com a distribuição da sua espessura (B e E); e cortes axiais da dentina codificada por cores de acordo com a distribuição da sua espessura (C e F) antes e após os diferentes protocolos de preparo biomecânico. Anatomia interna do canal radicular antes (verde) e após preparo biomecânico (vermelho). Espessura de dentina estão indicadas em azul e verde, enquanto áreas de menor espessura estão representadas em vermelho. Setas pretas indicam áreas críticas de redução de dentina nas paredes proximais.



Fonte: autor.



## 5 DISCUSSÃO

Para avaliar os efeitos do preparo biomecânico no SCR e na dentina em incisivos inferiores tipo III de Vertucci neste estudo, a seleção da amostra foi realizada em duas etapas por meio de tomografia computadorizada e micro-CT. Dessa forma, foi possível a análise e obtenção de dados morfológicos tridimensionais, permitindo distribuição homogênea dos espécimes em relação à anatomia, visto que os resultados do preparo dependem mais da anatomia original do que do instrumento ou da técnica realizada (DE-DEUS., 2012; VERSIANI *et al.*, 2013; GAGLIARDI *et al.*, 2015; MARCELIANO-ALVES *et al.*, 2015; SOUSA-NETO *et al.*, 2018).

Além disso, assim como em outros estudos, a micro-CT por ser um método não destrutivo, permitiu a análise dos espécimes antes e após a instrumentação, assim como em etapas sequenciais do preparo biomecânico, com avaliação quanti-qualitativa dos efeitos de diferentes protocolos de preparo no SCR e na dentina radicular (PLOTINO *et al.*, 2006; FAN *et al.*, 2009; SOMMA *et al.*, 2009; METZGER *et al.*, 2010; PETERS; PAQUÉ, 2011; VERSIANI; PÉCORA; SOUSA-NETO, 2011; VERSIANI; SOUSA-NETO; PÉCORA, 2013; CROZETA *et al.*, 2016; DUQUE *et al.*, 2019; KELES *et al.*, 2020; CARVALHO *et al.*, 2021; CROZETA *et al.*, 2021; VIEIRA SILVA *et al.*, 2021, CERQUEIRA *et al.*, 2021).

Foi possível observar, de forma geral, que os parâmetros bidimensionais não apresentaram diferença estatística dos valores entre cada etapa do grupo S comparado a etapa única, no terço apical; exceto para o diâmetro maior que mostrou maior aumento após preparo com o grupo U. Apesar do transporte não ter mostrado diferença entre os protocolos de preparo, esse resultado pode ter ocorrido devido a flexão que o instrumento 30 sofre na divisão dos canais previamente a sua fusão na região apical; onde o canal se apresenta mais achatado, e com isso o instrumento em etapa única pode ter preparado mais a parede vestibular e lingual que são correspondentes ao maior diâmetro no terço apical.

O transporte em todos os milímetros apicais, não mostrou diferença entre os grupos avaliados. Ademais, os valores de transporte não ultrapassaram 0,15 mm, sendo esse um valor aceitável para uma trajetória satisfatória do canal radicular (PETERS, 2004; PINHEIRO *et al.*, 2018). Esses resultados refletem a capacidade do instrumento recíprocante com tratamento térmico ser mais flexível e possuir maior

capacidade de centralização do que as outras ligas convencionais de NiTi (DUQUE *et al.*, 2017, OZYÜREK *et al.*, 2017, BÜRKLEIN *et al.*, 2018). O processo de tratamento térmico dos instrumentos altera a estrutura molecular da liga, proporcionando redução na memória de forma, e possibilitando o pré-curvamento dos instrumentos antes do início da instrumentação (AZIM *et al.*, 2017; BAYRAM *et al.*, 2017; DE-DEUS *et al.*, 2017; TOPÇUOĞLU; TOPÇUOĞLU, 2017).

Somado a isso, diferentes sistemas de instrumentos tratados termicamente apresentam transporte semelhante em canais com curvatura severa (FILIZOLA *et al.*, 2021). Outro aspecto que pode ter contribuído com menores valores de transporte nesse estudo seria o uso de instrumento de patência recíprocante utilizado previamente ao preparo radicular, visto que se observa maiores valores desse parâmetro quando a patência não é realizada antes da instrumentação do canal (ELNAGHY; ELSAKA, 2014).

Em nosso estudo foi possível observar aumento de volume do SCR quando instrumento 30 foi utilizado após o 25 no grupo S comparado ao grupo U. A mudança no volume do canal radicular após o preparo biomecânico, está relacionada com a remoção de dentina (BERGMANS *et al.*, 2000; PETERS *et al.*, 2010; GERGI *et al.*, 2015). Além disso, os estudos que utilizam o protocolo de preparo em duas etapas com o sistema rotatório, mostram aumento de volume com o preparo biomecânico após uma segunda etapa (DUQUE *et al.*, 2017) como também evidenciam aumento na redução de espessura de dentina (KELES *et al.*, 2021). Esses resultados corroboram com esse estudo em relação a espessura de dentina, que mostrou maior redução da espessura dentinária do canal vestibular e lingual com o instrumento 30 no grupo S, quando comparado ao grupo U. Na análise qualitativa também foi observado maior redução de espessura nas regiões proximais das raízes, em todos os protocolos de preparo e sendo mais evidente especialmente após o instrumento 30 no grupo S.

O maior aumento de volume pode contribuir com a limpeza e desinfecção do SCR, visto que quando se realiza o alargamento apical há maior efetividade na irrigação, melhor redução bacteriana e reparo apical (DALTON *et al.*, 1998, SIQUEIRA *et al.*, 1999, SHUPING *et al.*, 2000, CARD *et al.*, 2002, ROLLISON *et al.*, 2002, MICKEL *et al.*, 2007, RODRIGUES *et al.*, 2017; PÉREZ *et al.*, 2018, SIQUEIRA *et al.*, 2018) pela capacidade da agulha de irrigação penetrar mais profundamente, melhorando a lavagem dos irrigantes (SHUPING *et al.*, 2000; ALBRECHT *et al.*, 2004;

USMAN *et al.*, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2017), assim como também pode favorecer o uso de insertos para agitação da solução irrigante (VAN DER SLUIS *et al.*, 2005).

No entanto, o alargamento excessivo do canal radicular e remoção desnecessária de dentina pode gerar riscos na estrutura dentária (BÜRKLEIN e SCHÄFER, 2015). Com isso, foi introduzido na Endodontia o conceito de preparo biomecânico minimamente invasivo, com o objetivo de manter o máximo de estrutura dentinária, para evitar desgastes excessivos e conseqüentemente fratura radicular dos dentes (GLUSKIN *et al.*, 2014, BÜRKLEIN e SCHÄFER, 2015).

Observa-se que o valor arbitrário de 0,3 mm como mínimo de espessura de dentina deve remanescer para evitar perfuração ou perda de resistência a fratura (DWIDEDI *et al.*, 2014; LIM & STOCK, 1987). Apesar deste estudo não mostrar espessura de dentina menor que 0,3 mm após os protocolos de preparo, estudo sugere que mesmo poucos décimos ou centésimos de milímetros podem ser críticos para evitar perfurações radiculares (BERUTTI & FEDON, 1992).

As análises morfológicas tridimensionais de área de superfície e SMI demonstraram aumento dos valores em todos os protocolos de preparo. O valor de SMI avalia a convexidade da superfície do canal radicular, tais resultados corroboram com estudos prévios que demonstram aumento do valor desse parâmetro morfológico, indicando uma forma tridimensional mais cônica após os protocolos de preparo (VERSIANI *et al.*, 2011; VERSIANI *et al.*, 2013; GAGLIARDI *et al.*, 2015).

Para todos os protocolos de preparo estudados, observou-se uma variação de 24,56 a 27,76% de áreas de paredes não preparadas. A literatura evidencia variação de 2,6 a 80% de paredes não preparadas após o preparo biomecânico, demonstrando que os instrumentos não são capazes de realizar uma limpeza mecânica completa das paredes dentinárias (GAGLIARDI *et al.*, 2015; LOPES *et al.*, 2017; SOUSA-NETO *et al.*, 2019). Além disso, nossos resultados mostraram que não houve diferença entre os grupos no total de paredes não preparadas, o que pode estar relacionado as características de design do instrumento, que possui conicidades 0,4 e 0,6 na sua parte ativa. Outro fator, pode estar relacionado com a anatomia dos canais dos incisivos inferiores, que são mais circulares quando divididos, não sendo pronunciado a presença do achatamento que está localizado apenas nas áreas de fusão do canal no terço apical, onde pudemos observar maior prevalência de áreas não preparadas na região de istmos.

Estudo mostra que o diâmetro anatômico de incisivos inferiores corresponde a aproximadamente um instrumento 20 no diâmetro menor e 45 no diâmetro maior (LEONI *et al.*, 2014). Assim, considerando que as bactérias podem penetrar 200 µm (LOVE; JENKINSON, 2002) na dentina radicular é importante o aumento diâmetro apical final durante o planejamento do preparo destes dentes a fim de se atingir a desinfecção e limpeza dos canais radiculares. Dessa forma o objetivo desse estudo foi promover um preparo com diâmetro apical de 30, porém sem comprometer a espessura de dentina reduzida das paredes proximais dos incisivos inferiores. Assim, a partir dos resultados deste estudo que mostrou impacto negativo na espessura dentinária do preparo com instrumento de diâmetro menor e conicidade maior, como o instrumento 25/.06, previamente ao preparo final 30/.04, torna-se importante novos estudos em relação ao efeito desses os protocolos na redução microbiana e na resistência a fratura em incisivos inferiores com dois canais.

## 6 CONCLUSÕES

Baseada na metodologia proposta para o estudo e resultados obtidos, podemos concluir que:

1. O preparo com o sistema recíprocante de forma sequenciada ou única impactou de forma similar na geometria do canal radicular, tanto no terço apical como no terço médio,
2. O preparo com o sistema recíprocante de forma sequenciada ou única impactou de forma similar no transporte dos canais radiculares, tanto no terço apical como no terço médio,
3. O preparo com o sistema recíprocante 30/.04 de forma sequenciada aumentou o volume do canal radicular comparado ao seu uso único,
4. A porcentagem de paredes não preparadas foi similar para o preparo sequenciado e único
5. O preparo de forma sequenciada promove redução na parede proximal de maneira mais significativa.

## REFERÊNCIAS

- ABOU-RASS, M.; FRANK, A.L. & GLICK, D.H. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **Journal of the American Dental Association.**, v.101, n.5, p.792–794, 1980.
- ALBRECHT, L.J.; BAUMGARTNER, J.C.; MARSHALL, J.G. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. **Journal of Endodontics.**, v. 30, n.6, p. 425-8, 2004.
- AMINOSHARIAE, A.; KULILD J. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of microbial reduction. **International Endodontic Journal.**, v.48, n.11, p.1007-22, 2015.
- AZIM, A. A.; PIASECKI, L.; DA SILVA NETO, U. X.; CRUZ, A. T. G.; AZIM, K. A. XP Shaper, A Novel Adaptive Core Rotary Instrument: Micro-computed Tomographic Analysis of Its Shaping Abilities. **Journal of Endodontics.**, v. 43, n. 9, p. 1532-1538, 2017.
- BAYRAM, H. M.; BAYRAM, E.; OCAK, M.; UZUNER, M. B.; GENECI, F.; CELIK, H. H. Micro-computed Tomographic Evaluation of Dentinal Microcrack Formation after Using New Heat-treated Nickel-titanium Systems. **Journal of Endodontics.**, v. 43, n. 10, p. 1736-1739, 2017.
- BENJAMIN, K.A.; DOWSON, J. Incidence of two root canals in human mandibular incisor teeth. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology.**, v.38, n.1, p.122-126, 1974.
- BERUTTI, E.; FEDON, G. Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars. **Journal of Endodontics.**, v.18, n.11, p.545–8, 1992.
- BÜRKLEIN, S.; SCHÄFER, E. Minimally invasive endodontics. **Quintessence International.**, v.46, n.2, p.119-124. 2015.
- CARD, S.J.; SIGURDSSON, A.; ORSTAVIK, D.; TROPE, M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. **Journal of Endodontics.**, v.28, n.11, p. 779-83, 2002.
- CERQUEIRA, N.M.; LOUZADA, V.G.; SILVA-SOUSA, Y.T.C.; RAUCCI-NETO, W.; LEONI, G.B. Effect of canal preparation with XP-endo Shaper and ProTaper Next on root canal geometry and dentin thickness of mandibular premolars with radicular grooves and two canals: a micro-CT study. **Clinical Oral Investigation.**, v.25, n.9, p.5505-5512, 2021.
- CHEN, M.; WANG, H.; TSAUO, C.; HUANG, D.; ZHOU, X.; HE, J.; GAO, Y. Micro-computed tomography analysis of root canal morphology and thickness of crown and root of mandibular incisors in Chinese population. **Clinical Oral Investigation.**, v.26, n.1, p.901-910, 2022.
- CLAUDER, T.; BAUMANN, M. A. ProTaper NT system. **Dental Clinics of North America.**, v. 48, n. 1, p. 87-111, 2004.
- CROZETA, B.M.; LOPES, F.C.; MENEZES SILVA, R.; SILVA-SOUSA, Y.T.C.; MORETTI, L.F.; SOUSA-NETO, M.D. Retreatability of BC Sealer and AH Plus root

canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. **Clinical Oral Investigation.**, v.25, n.3, p.891-899. 2021.

DALTON, B.C.; ØRSTAVIK, D.; PHILLIPS, C.; PETTIETTE, M.; TROPE, M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. **Journal of Endodontics.**, v. 24, n.11, p. 763-7, 1998.

DE CARVALHO, K.K.T.; PETEAN, I.B.F.; SILVA-SOUSA, A.C.; DE CAMARGO, R.V.; MAZZI-CHAVES, J.F.; SILVA-SOUSA, Y.T.C.; SOUSA-NETO, M.D. Impact of several NiTi-thermally treated instrumentation systems on biomechanical preparation of curved root canals in extracted mandibular molars. **International Endodontic Journal.**, v.55, n.1, p.124-136, 2022.

DE-DEUS, G. Research that matters—root canal filling and leakage studies. **International Endodontic Journal.**, v. 45, n. 12, p. 1063-1064, 2012.

DE-DEUS, G.; SILVA, E. J.; VIEIRA, V. T.; BELLADONNA, F. G.; ELIAS, C. N.; PLOTINO, G.; GRANDE, N. M. Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. **Journal of Endodontics.**, v. 43, n. 3, p. 462-466, 2017.

DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F. G.; SIMÕES-CARVALHO, M.; CAVALCANTE, D. M.; RAMALHO, C. N. M. J.; SOUZA, E. M.; LOPES, R. T.; SILVA, E. J. N. L. Shaping efficiency as a function of time of a new heat-treated instrument. **International Endodontic Journal.**, v. 52, n. 3, p. 337-342, 2019.

DUQUE, J.A.; VIVAN, R.R.; DUARTE, M.A.H.; ALCALDE, M.P.; CRUZ, V.M, BORGES, M.M.B.; BRAMANTE, C.M. Effect of larger apical size on the quality of preparation in curved canals using reciprocating instruments with different heat thermal treatments. **International Endodontic Journal.**, v. 52, n.11, p.1652-9, 2019.

DWIVEDI, S.; DWIVEDI, C.D.; MITTAL, N. Correlation of root dentin thickness and length of roots in mesial roots of mandibular molars. **Journal of Endodontics.**, v.40, n.9, p.1435–8, 2014.

ELNAGHY, A.M.; ELSAKA, S.E. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. **Journal of Endodontics.**, v.40, n.12, p. 2053-6, 2014.

ESPIR, C.G; NASCIMENTO-MENDES, C.A; GUERREIRO-TANOMARU, J.M; FREIRE, L.G; GAVINI, G; TANOMARU-FILHO, M. Counterclockwise or clockwise reciprocating motion for oval root canal preparation: a micro-CT analysis. **International Endodontic Journal.**, v.51, n.5, p. 541-548, 2018.

FAN, B.; YANG, J.; GUTMANN, J. L.; FAN, M. Root canal systems in mandibular first Premolars with C-shaped root configurations: part I—microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. **Journal of Endodontics.**, v. 34, n. 11, p. 1337–41, 2008.

FILIZOLA DE OLIVEIRA, D.J.; LEONI, G.B.; DA SILVA GOULART, R.; SOUSA-NETO, M.D.; SILVA SOUSA, Y.T.C.; SILVA, R.G. Changes in Geometry and Transportation of Root Canals with Severe Curvature Prepared by Different Heat-treated Nickel-titanium Instruments: A Micro-computed Tomographic Study. **Journal of Endodontics.**, v.45, n.6, p.768-773, 2019.

FREIRE, L.G.; GAVINI, G.; CUNHA, R.S.; SANTOS, M.D. Assessing apical transportation in curved canals: comparison between cross-sections and micro-computed tomography. **Brazilian Dental Journal.**, v. 26, n. 3, p. 222-227, 2012.

GAGLIARDI, J; VERSIANI, M.A, de SOUSA-NETO, M.D, PLAZAS-GARZON ,A; Basrani B. Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in Curved Canals. **Journal of Endodontics.**, v.41, n.10, p. 1718-24, 2015.

GLUSKIN, A.H.; PETERS, C.I.; PETERS, O.A. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. **Brazilian Dental Journal.**, v.216, n.6, p.347-353. 2014.

GU, Y.; ZHANG, Y.; LIAO, Z.; FEI, X. D. A Micro–Computed Tomographic Analysis of Wall Thickness of C-shaped Canals in Mandibular First Premolars. **Journal of Endodontics.**, v.39, n.8, p. 973-76, 2013.

GUIMARÃES, L.S; GOMES, C.C; MARCELIANO-ALVES, M.F; CUNHA, R.S; PROVENZANO, J.C; SIQUEIRA J.F. Preparation of Oval-shaped Canals with TRUShape and Reciproc Systems: A Micro–Computed Tomography Study Using Contralateral Premolars. **Journal of Endodontics.**, v.43, n.6, p. 1018-1022, 2017.

HARTWELL, G.; BELLIZZI R. Clinical investigation of in vivo endodontically treated mandibular and maxillary molars. **Journal of Endodontics.**, v.8, n.12, p.555-557, 1982.

HESS W. Anatomy of root canals of the teeth of the permanent dentition, Part I, Lower Incisors. **William Wood & Co.**, p.27-9, 1925.

KELES, A.; KESKIN, C.; ALQAWASMI, R.; VERSIANI, M.A. Evaluation of dentine thickness of middle mesial canals of mandibular molars prepared with rotary instruments: a micro-CT study. **International Endodontic Journal.**, v.53, n.4, p.519-528, 2020.

KHEDMAT, S.; MOHAMADIAN, S.; DIBAJI, F.; KHARRAZIFARD, M.J. A Digital Stereomicroscopic Study of the Radicular Wall Thickness of Two-Canal Mandibular Incisors. **Journal of Dentistry (Tehran).**, v.12, n.7, p.485-90, 2015.

LAWS, A. J. Prevalence of canal irregularities in mandibular incisors: a radiographic study. **NZ Dental Journal Articles.**, v. 67, n. 309, p. 181-6, 1971.

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. **Journal of Endodontics.**, v. 40, n. 5, p. 710–716, 2013.

LEONI, G. B.; VERSIANI, M. A.; PÉCORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Micro-computed Tomographic Analysis of the Root Canal Morphology of Mandibular Incisors. **Journal of Endodontics.**, v. 40, n. 5, p. 710 – 16, 2014.

LIM, S.S.; STOCK, C.J.R. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. **International Endodontic Journal.**, v.20, n.1, p.33–9, 1987.

LOPES, R.M.V; MARINS, F.C, BELLADONNA FG, et al. Untouched canal areas and debris accumulation after root canal preparation with rotary and adaptive systems. **Australian Endodontic Journal.**, v.44, n.3, p.260-266, 2017.



LOPES, Hélio Pereira. **Endodontia - Biologia e Técnica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Gen Guanabara Koogan, 2020.

MADEIRA, M.C.; HETEM, S. Incidence of bifurcations in mandibular incisors. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology.**, v.36, n.4, p.589-591,1973.

MARCELIANO-ALVES, M.; SOUSA-NETO, M.; FIDEL, S.; STEIER, L.; ROBINSON, J.; PÉCORÁ, J.; VERSIANI, M. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. **International Endodontic Journal.**, v. 48, n. 12, p. 1129- 1136, 2015.

METZGER, Z.; ZARY, R.; COHEN, R.; TEPEROVICH, E.; PAQUÉ, F. The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. **Journal of Endodontics.**, v. 36, n. 9, p. 1569-1573, 2010.

MICKEL, A.K.; CHOGLE, S.; LIDDLE, J.; HUFFAKER, K.; JONES, J.J. The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. **Journal of Endodontics.**, v. 33, n.1, p. 21-3, 2007.

MILANEZI DE ALMEIDA, M.; BERNARDINELI, N.; ORDINOLA-ZAPATA R, VILLAS-BÔAS, M.H.; AMOROSO-SILVA, P.A.; BRANDÃO, C.G.; GUIMARÃES, B.M.; GOMES DE MORAES, I.; HÚNGARO-DUARTE, M.A. Micro-computed tomography analysis of the root canal anatomy and prevalence of oval canals in mandibular incisors. **Journal of Endodontics.**, v.39, n.12, p.1529-1533, 2013.

MIYOSHI, S.; FUJIWARA, J.; TSUJI YNAKATA, T.; YAMAMOTO, K. Bifurcated root canals and crown diameter. **Australian Endodontic Journal.**, v.56, n.11, p.1425, 1977.

MONGUILHOTT CROZETA, B.; SOUSA-NETO, M. D, LEONI, G.B.; CHAVES, J.F.M, J.; SILVA-SOUSA Y.T.C, BARATTO-FILHO F. A micro-computed tomography assessment of the efficacy of rotary and reciprocating techniques for filling material removal in root canal retreatment. **Clinical Oral Investigation.**, v.20, n.8, p.2235-2240, 2016.

ORDINOLA-ZAPATA, R.; MARTINS, J.N.R.; PLASCENCIA, H.; VERSIANI, M.A.; BRAMANTE, C.M. The MB3 canal in maxillary molars: a micro-CT study. **Clinical Oral Investigation.**, v.24, n.11, p.4109-4121, 2020.

ORDINOLA-ZAPATA, R.; MARTINS, J.N.R.; VERSIANI, M.A.; BRAMANTE, C.M. Micro-CT analysis of danger zone thickness in the mesiobuccal roots of maxillary first molars. **International Endodontic Journal.**, v.52, n.4, p.524-529, 2019.

PAQUÉ, F.; GANAHL, D.; PETERS, O. A. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. **Journal of Endodontics.**, v. 35, n. 7, p. 1056- 1059, 2009.

PÉREZ, A.R.; RICUCCI, D.; VIEIRA, G.C.S.; PROVENZANO, J.C.; ALVES, F.R.F.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; RÔÇAS, I.N, SIQUEIRA, J.F J.R. Cleaning, shaping, and disinfecting abilities of 2 instrument systems as evaluated by a correlative micro-computed tomographic and histobacteriologic approach. **Journal of Endodontics.**, v.46, n.6, p.846-57, 2020.

- PÉREZ, A.R.; ALVES, F.R.F.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; PROVENZANO, J.C.; GONÇALVES, L.S.; NEVES, A.A.; SIQUEIRA, J.F JR. Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. **International Endodontic Journal.**, v.51, n.6, p.684-690, 2018.
- PETERS, O.A.; BOESSLER, C.; PAQUÉ, F. Root canal preparation with a novel nickel-titanium instrument evaluated with micro-computed tomography: canal surface preparation over time. **Journal of Endodontics.**, v.36, n.6, p.1068-1072, 2010.
- PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **Journal of Endodontics.**, v. 30, n. 8, p. 559-567, 2004.
- PINEDA, F.; KUTTLER, Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology.**, v. 33, n.1, p.101-110, 1972.
- PLOTINO, G.; GRANDE, N.M.; PECCI, R.; BEDINI, R.; PAMEIJER, C.H.; SOMMA, F. Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. **Journal of the American Dental Association.**, v.137, n.11, p.1555-1561, 2006.
- RANKINE-WILSON, R.W.; HENRY, P. The bifurcated root canal in lower anterior teeth. **Journal of the American Dental Association.**, v.70, p.1162-65,1965.
- RODRIGUES, R.C.V.; ZANDI, H.; KRISTOFFERSEN, A.K.; ENERSEN, M.; MDALA, I.; ØRSTAVIK, D.; RÔÇAS, I.N.; SIQUEIRA, J.F J.R. Influence of the apical preparation size and the irrigant type on bacterial reduction in root canal-treated teeth with apical periodontitis. **Journal of Endodontics.**, v. 43, n.7, p.1058-63, 2017.
- ROLLISON, S.; BARNETT, F.; STEVENS, R.H. Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology.**, v.94, n.3, p. 366-71, 2002.
- RUDDLE CJ. The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use, **Dentistry Today.**, v.20, n.10, p. 60-67, 2001.
- SHUPING, G.B.; ØRSTAVIK, D.; SIGURDSSON, A.; TROPE, M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. **Journal of Endodontics.**, v. 26, n. 12, p. 751-5, 2000.
- SILVA RV, ALCALDE MP, HORTA MC, RODRIGUES CT, SILVEIRA FF, DUARTE MA, NUNES E. Root canal shaping of curved canals by Reciproc Blue system and Pro Taper Gold: A micro-computed tomographic study. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry.**, v.13, n.2, p.112-e118, 2021.
- SIQUEIRA, J.F J.R.; LIMA, K.C.; MAGALHAES, F.A.; LOPES, H.P.; DE UZEDA, M. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. **Journal of Endodontics.**, v.25, n.5, p. 332-5, 1999.
- SIQUEIRA, J.F, JR.; PEREZ, A.R.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; PROVENZANO, J.C.; SILVA, S.G.; PIRES, F.R.; VIEIRA, G.C.S.; RÔÇAS, I.N.; ALVES, F.R.F. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed

tomography and histology/scanning electron microscopy. **International Endodontic Journal.**, v.51, n.5, p.501-8, 2018.

SLOWEY, R. R. Root canal anatomy. Road map to successful endodontics. **Dental Clinics of North America.**, v. 23, n. 4, p. 555-73, 1979.

SOMMA, F.; LEONI, D.; PLOTINO, G.; GRANDE, N.M.; PLASSCHAERT, A. Root canal morphology of the mesiobuccal root of maxillary first molars: a micro-computed tomographic analysis. **International Endodontic Journal.**, v.42, n.2, p.165-174, 2009.

SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; MAZZI-CHAVES, J. F.; CARVALHO, K. K. T.; BARBOSA, A. F. S. ; VERSIANI, M. A.; JACOBS, R.; LEONI, G.B. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. **Brazilian Oral Research.**, v. 32 (suppl 1), p. 20-43, 2018.

TOPÇUOĞLU, H. S.; TOPÇUOĞLU, G. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue and Reciproc Files in an S-shaped Canal. **Journal of Endodontics.**, v. 43, n. 10, p. 1679-1682, 2017.

USMAN, N.; BAUMGARTNER, J.C.; MARSHALL, J.G. Influence of instrument size on root canal debridement. **Journal of Endodontics.**, v. 30, n.2, p. 110-2, 2004.

VAN DER SLUIS, L.W.; VERSLUIS, M.; WU, M.K.; WESSELINK, P.R. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **International Endodontic Journal.**, v. 40, n.6, p. 415-26, 2007.

VELOZO, C.; SILVA, S.; ALMEIDA, A.; ROMEIRO, K.; VIEIRA, B.; DANTAS, H.; SOUSA, F.; DE ALBUQUERQUE, D.S. Shaping ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in long oval-shaped canals: a micro-computed tomography study. **International Endodontic Journal.**, 53:998–1006, 2020.

VERSIANI, M. A.; PÉCORA, J. D.; SOUSA-NETO; M.D. Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: a micro-computed tomography study. **Journal of Endodontics.**, v.38, n.7, p. 977-82, 2012.

VERSIANI, M. A.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORA, J. D. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. **International Endodontic Journal.**, v. 46, n. 9, p. 800-7, 2013.

VERTUCCI, F. J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology.**, v. 58, n. 5, p. 589-99, 1984.

WOLF, T.G.; STIEBRITZ, M.; BOEMKE, N.; ELSAYED, I.; PAQUÉ, F.; WIERICHS, R.J.; BRISEÑO-MARROQUÍN, B. 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. **Journal of Endodontics.**, v.46, n.2, p.184-191, 2020.

WU, M. K.; WESSELINK, P. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. **International Endodontic Journal.**, v. 34, n. 2, p. 137-141, 2001.

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação do preparo biomecânico de incisivos inferiores com dois canais por meio de microtomografia computadorizada

**Pesquisador:** Graziela Bianchi Leoni

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 53084621.0.0000.5498

**Instituição Proponente:** Universidade de Ribeirão Preto UNAERP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 5.190.995

**Apresentação do Projeto:**

As informações elencadas nos campos “Apresentação do Projeto”, “Objetivo da Pesquisa” e “Avaliação dos Riscos e Benefícios”, foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa: PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1854343), e/ou do Projeto Detalhado (Projeto\_CEP\_v2, de 05/10/2021): Resumo, Materiais e Métodos, Forma de análise dos resultados Cronograma de execução e Orçamento”.

**Objetivo da Pesquisa:**

De acordo com as informações relatadas na PB – Informações Básicas do Projeto, os objetivos da pesquisa são:

Objetivo Primário:

avaliar, por meio de microtomografia computadorizada, as alterações da morfologia interna do sistema de canais radiculares e da espessura de dentina em incisivos inferiores com presença de dois canais após preparo biomecânico com os instrumentos R-motion 25/.06 e 30/.04.

Objetivo Secundário:

- Avaliar o grau de achatamento do canal de incisivos inferiores;
- Avaliar quantitativamente os parâmetros tridimensionais de volume, área de superfície e

**Endereço:** Av. Costabile Romano nº 2201, sala 08, Bloco D  
**Bairro:** RIBEIRANIA **CEP:** 14.096-380  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3603-6895 **Fax:** (16)3603-6815 **E-mail:** cetica@unaerp.br

Continuação do Parecer: 5.190.995

StructureModel Index);

- Avaliar quantitativamente os parâmetros bidimensionais de: área e perímetro;
- porcentagem de paredes do canal tocadas, assim como alterações na espessura de dentina radicular;
- Avaliar qualitativamente através dos modelos tridimensionais do sistema de canais radiculares e da dentina codificada por cores de acordo com a espessura da sua estrutura antes e após o preparo.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

De acordo com a pesquisadora, a) "Os riscos aos pesquisadores e pacientes envolvidos é baixo, pois trata-se de estudo laboratorial com dentes extraídos por razões periodontais ou ortodônticas, provenientes de uma coleção de dentes do Laboratório de Pesquisa em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, obtidos previamente à resolução 466/12 e que irão passar por um processo de desinfecção. Os experimentos serão realizados no Laboratório de Pesquisa em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, que apresentam infraestrutura e suporte para realização de experimentos com apoio de profissionais treinados para intercorrências (Procedimento Operacional Padrão - POPS)", (Riscos). b) "O desenvolvimento deste projeto será importante para fornecer dados que possibilitarão a elaboração de estratégias e protocolos clínicos mais eficazes na limpeza e desinfecção dos canais radiculares, visto que o sucesso do tratamento endodôntico depende principalmente da eliminação de microrganismos e seus subprodutos." (benefícios).

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto de pesquisa intitulado "Avaliação do preparo biomecânico de incisivos inferiores com dois canais por meio de microtomografia computadorizada" tem caráter acadêmico, com financiamento próprio, a ser realizado na Universidade de Ribeirão Preto, pelo Curso de Pós-Graduação em Odontologia. O presente projeto visa avaliar, por meio de microtomografia computadorizada, as alterações da morfologia interna do sistema de canais radiculares e da espessura de dentina em incisivos inferiores com dois canais após preparo biomecânico. Para isso, 20 incisivos inferiores com presença de dois canais verificada por escaneamento em microtomógrafo serão selecionados. Em seguida, o protocolo de preparo biomecânico será realizado com o sistema R-Motion (n=10) com as limas 25./06 e 30./04 conforme orientações do fabricante. Após o preparo biomecânico, os espécimes serão submetidos à um novo exame microtomográfico e avaliados quantitativamente em relação as alterações de parâmetros

**Endereço:** Av. Costabile Romano nº 2201, sala 08, Bloco D  
**Bairro:** RIBEIRANIA **CEP:** 14.096-380  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3603-6895 **Fax:** (16)3603-6815 **E-mail:** cetica@unaerp.br

Continuação do Parecer: 5.190.995

tridimensionais (volume, área de superfície e StructureModel Index - SMI), bidimensionais (área e perímetro) e porcentagem de paredes do canal tocadas considerando o terço médio e apical do sistema de canais radiculares. Além disso, para avaliação qualitativa, serão obtidos os modelos tridimensionais do sistema de canais radiculares e da dentina codificada por cores de acordo com a espessura da sua estrutura tridimensional antes e após o preparo. Os resultados do presente estudo poderão contribuir para a elaboração de estratégias e técnicas eficientes de instrumentação dos canais radiculares de incisivos inferiores visto que esta característica anatômica pode comprometer o percentual de paredes tocadas pelos instrumentos e ocasionar áreas de perfuração do canal radicular.

A pesquisadora apresenta o projeto de pesquisa e os documentos relacionados, como: Projeto de pesquisa, Carta de apresentação do projeto de pesquisa, Declaração do pesquisador, Declaração de Infraestrutura, Termo de autorização para realização da pesquisa, Autorização para o uso de dentes, Ausência de TCLE, Cronograma e Orçamento.

A previsão de início do projeto é para Janeiro de 2022, após a aprovação do Comitê de Ética, com duração de 12 meses.

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

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

**Recomendações:**

Conforme dispõe a Resolução CNS nº 466/2012, no item XI.2 d, cabe ao pesquisador responsável elaborar e apresentar o relatório final de sua pesquisa ao Sistema CEP/CONEP. Além do relatório final, caso o estudo seja interrompido ou cancelado, é de responsabilidade do pesquisador comunicar ao CEP esta suspensão ou cancelamento. Para que estas comunicações sejam feitas, o pesquisador deve inicialmente acessar o modelo de relatório disponibilizado por esse CEP, preenche-lo e assiná-lo adequadamente. Após preenchimento e assinatura, o relatório deve ser encaminhado ao CEP em formato PDF através do envio de uma notificação pela Plataforma Brasil.

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

Projeto de pesquisa aprovado e atende as Resoluções 466/12 e 510/16 do CNS.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Conforme dispõe a Resolução CNS nº 466/2012, no item XI.2 d, cabe ao pesquisador responsável

**Endereço:** Av. Costabile Romano nº 2201, sala 08, Bloco D  
**Bairro:** RIBEIRANIA **CEP:** 14.096-380  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3603-6895 **Fax:** (16)3603-6815 **E-mail:** cetica@unaerp.br

Continuação do Parecer: 5.190.995

elaborar e apresentar o relatório final de sua pesquisa ao Sistema CEP/CONEP. Além do relatório final, caso o estudo seja interrompido ou cancelado, é de responsabilidade do pesquisador comunicar ao CEP esta suspensão ou cancelamento. Para que estas comunicações sejam feitas, o pesquisador deve inicialmente acessar o modelo de relatório disponibilizado por esse CEP, preenche-lo e assiná-lo adequadamente. Após preenchimento e assinatura, o relatório deve ser encaminhado ao CEP em formato PDF através do envio de uma notificação pela Plataforma Brasil.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1854343.pdf	06/11/2021 07:52:06		Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Autorizacao_do_uso_de_dentes.pdf	05/11/2021 15:08:05	Graziela Bianchi Leoni	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_infraestrutura.pdf	05/11/2021 15:07:03	Graziela Bianchi Leoni	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	05/11/2021 15:06:45	Graziela Bianchi Leoni	Aceito
Outros	01_Encaminhamento_ao_comite_de_etica.doc	05/11/2021 14:12:51	Graziela Bianchi Leoni	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_v2.docx	05/11/2021 13:38:13	Graziela Bianchi Leoni	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	05Ausencia_de_TCLE.doc	05/11/2021 13:35:44	Graziela Bianchi Leoni	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	05/11/2021 13:35:09	Graziela Bianchi Leoni	Aceito
Declaração de Pesquisadores	06Declaracao_dos_pesquisadores.doc	05/11/2021 13:33:38	Graziela Bianchi Leoni	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	05/11/2021 13:31:05	Graziela Bianchi Leoni	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

**Endereço:** Av. Costabile Romano nº 2201, sala 08, Bloco D  
**Bairro:** RIBEIRANIA **CEP:** 14.096-380  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO  
**Telefone:** (16)3603-6895 **Fax:** (16)3603-6815 **E-mail:** cetica@unaerp.br

UNAERP - UNIVERSIDADE DE  
RIBEIRÃO PRETO



Continuação do Parecer: 5.190.995

Não

RIBEIRAO PRETO, 02 de Janeiro de 2022

---

**Assinado por:**  
**Luciana Rezende Alves de Oliveira**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Costabile Romano nº 2201, sala 08, Bloco D  
**Bairro:** RIBEIRANIA **CEP:** 14.096-380  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3603-6895 **Fax:** (16)3603-6815 **E-mail:** cetica@unaerp.br