



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA INTEGRADA

FERNANDA CHIGUTI YAMASHITA

**AVALIAÇÃO DO VOLUME DO CANAL RADICULAR E DO COMPRIMENTO DE
INCISIVOS INFERIORES POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
DE FEIXE CÔNICO E MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA**

Maringá-PR
2021

FERNANDA CHIGUTI YAMASHITA

**AVALIAÇÃO DO VOLUME DO CANAL RADICULAR E DO COMPRIMENTO DE
INCISIVOS INFERIORES POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
DE FEIXE CÔNICO E MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Integrada, da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia Integrada.

Orientadora: Prof^ª Dra. Lilian Cristina Vessoni Iwaki

Maringá-PR
2021

Fernanda Chiguti Yamashita

Avaliação do volume do canal radicular e do comprimento de incisivos inferiores por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico e microtomografia computadorizada

Este trabalho de conclusão de Doutorado foi julgado e aprovado para obtenção do título de Doutora em Odontologia Integrada através da Universidade Estadual de Maringá

Tese aprovada em: 19/02/2021.

BANCA EXAMINADORA



Presidente – Prof^ª. Dra. Lilian Cristina Vessoni Iwaki
Universidade Estadual de Maringá (UEM)



P.p.
Membro Avaliador – Prof. Dr. Marcos Sérgio Endo
Universidade Estadual de Maringá (UEM)



P.p.
Membro Avaliador – Prof^ª. Dra. Isolde Terezinha Santos Previdelli
Universidade Estadual de Maringá (UEM)



P.p.
Membro Avaliador – Prof^ª. Dra. Aline Akemi Mori
Centro Universitário Ingá (Uningá)



P.p.
Membro Avaliador – Prof^ª. Dra. Fernanda Ferruzzi de Lima
Universidade Centro Universitário Ingá (Uningá)

Às minhas irmãs, Isabela e Amanda é
muito bom compartilhar a vida com
vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por estar sempre presente na minha vida, por guiar meus passos me fazendo forte para ultrapassar todos os obstáculos.

À toda a minha família, mas principalmente aos meus pais, **Miyuki** e **Washington**, que sempre primaram pela minha educação e sempre me apoiaram em todas as etapas da minha vida. Obrigada por todas as oportunidades educacionais para que eu seguisse com os meus sonhos. Amo vocês!

À minha irmã, **Isabela**, que está sempre pronta a me apoiar em tudo nessa vida. Você é a pessoa que eu mais confio e minha grande amiga. Obrigada pelo incentivo e por me encorajar. Obrigada por enxugar minhas lágrimas, por me fazer rir, por me acompanhar e estar presente! Que sorte a minha ter você! Eu sei que cada um deve “segurar o seu chinelo”, mas se você precisar eu estou aqui!! Amo você.

À minha segunda família, minha tia **Suely** e minha prima Amanda. Obrigada por todo cuidado e carinho. **Amanda**, você é muito mais que uma prima, você é uma irmã. Obrigada pela amizade, companheirismo e sobretudo por toda ajuda e parceria nos manuscritos da vida!

Ao meu cunhado, **Fernando**, que se tornou um irmão mais velho. Obrigada pelo carinho e pela torcida. Pela pessoa que você é e por tudo que já fez de bom para a minha irmã e toda a nossa família.

Obrigada às minhas avós, **Kiyoko** e **Thereza**, por toda a torcida. A vocês meu carinho e respeito.

À **Profa. Dra. Lilian Cristina Vessoni Iwaki**, por ter me acolhido como sua orientada. Obrigada pelos ensinamentos transmitidos e pelas oportunidades oferecidas que contribuíram tanto para o meu crescimento profissional. Obrigada pelo exercício contínuo do entendimento e por ter ampliado minhas potencialidades.

À **Profa. Dra. Isolde Terezinha Santos Previdelli**, minha eterna gratidão. Obrigada pelo carinho e todos os ensinamentos. Porque nessa vida não se coloca em análise de regressão e não é pelo valor p que descobrimos a significância das pessoas na nossa trajetória. Muito Obrigada!!

Ao **Prof. Dr. Marcos Sergio Endo**, pela contribuição e oportunidades oferecidas no transcorrer desta caminhada. Talvez eu não estivesse aqui se você não tivesse me orientado nos 45 minutos do segundo tempo. Então, obrigada pelos ensinamentos, incentivos e por ter me encorajado!

Às professoras de radiologia e estomatologia, **Prof. Dra. Elen de Souza Tolentino, Profa. Dra. Mariliani Chicarelli e a Profa. Dra. Neli Pieralisi**. Obrigada pelas oportunidades, pelo aprendizado e por sempre me tratarem com tanto carinho!

Às professoras **Dra. Aline Akemi Mori e Dra. Fernanda Ferruzzi Lima**. Obrigada por terem aceitado, de forma gentil e generosa, participar desse momento e contribuir com sua experiência para o engrandecimento desse trabalho. Meus mais sinceros agradecimentos.

Agradeço também os professores **Dr. Liogi Iwaki Filho, Dr. Pablo Andres Amoroso-Silva e Dr. Marco Antônio Hungaro Duarte**. Obrigada pela generosidade e disponibilidade.

À **Márcia**, obrigada por realizar de forma excepcional a estatística do meu trabalho juntamente com a profa. Isolde. Obrigada pela paciência em explicar quantas vezes fosse necessário.

Aos amigos da pós-graduação, em especial **Igor, Ana, Renata, Bia, Matheus, Cesinha, Andressa e Felipe**. Muito obrigada pelas risadas e companheirismo. O doutorado não seria o mesmo sem vocês. Foi extremamente enriquecedor e prazeroso conviver com cada um!

Em especial, aos meus amigos, **Karla, Fran, Xisb, Eli, Isa, Irma, Cá, Carol e Gabi**. É muito bom ter com quem contar quando nada parece querer dar certo ou quando todo mundo parece estar contra você. Então, obrigada pela torcida e pelo carinho. Obrigada por cruzarem o meu caminho e permanecerem. Quero vocês sempre na minha vida!!

Às amigas **Helena e Gláucia**, pelo suporte e carinho durante a minha estadia em Bauru. Obrigada por abrir a porta da casa de vocês! Muito obrigada também à **Lyz**, pelas ajudas no laboratório. Obrigada pela paciência e por toda atenção.

À **Universidade Estadual de Maringá**, na pessoa do seu Magnífico Reitor Prof. Julio César Damasceno.

Ao **Departamento de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá**, na pessoa do Chefe, Prof. Dr. Angelo José Pavan.

À **Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Integrada**, na pessoa do Coordenador, Prof. Dr. Adilson Luiz Ramos e Coordenadora Adjunta, Profa. Dra. Lilian Cristina Vessoni Iwaki.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Integrada, **Sonia Maria Borean Borghi**. Obrigada pelo cuidado e carinho!

À **CAPES** - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- pela ajuda financeira necessária para a realização do curso de doutorado.

A todos aqueles que, embora não nomeados, me brindaram com seus inestimáveis apoios em distintos momentos e por suas presenças afetivas, o meu reconhecido e carinhoso **MUITO OBRIGADA!**

“Nunca devemos esquecer que a maior valorização não vem de falar palavras, mas de tomar atitudes que as concretizem.”

John F. Kennedy

RESUMO

Introdução: O conhecimento da morfologia da raiz dentária é fundamental para o planejamento e execução do tratamento endodôntico. O objetivo deste estudo foi avaliar o volume do canal radicular e o comprimento de incisivos inferiores por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), utilizando como referência ou padrão-ouro a microtomografia computadorizada (microCT). **Material e métodos:** Setenta e um incisivos inferiores humanos extraídos foram escaneados pelo microtomógrafo *SkyScan*[®] e pelo tomógrafo *i-CAT Next Generation*[®]. O comprimento do dente e o volume radicular das imagens obtidas pela TCFC foram mensuradas no *software* ITK-SNAP 3.8.0 e as imagens obtidas pela microCT foram avaliadas pelo *software* CTAn[®] versão 2.2.1. Além disso, a morfologia de cada dente (área, circularidade, diâmetros maior e menor) foi avaliada no *software* CTAn[®]. Para avaliar o comprimento, foi utilizado o teste *t-Student* pareado e para avaliar o volume, foi realizada a transformação logarítmica dos dados seguida pelo teste *t-Student* pareado ($p < 0,05$). **Resultados:** As evidências amostrais indicaram que as médias do comprimento e do volume foram significativamente diferentes entre a microCT e a TCFC ($p < 0,001$). A mediana do volume do canal radicular da TCFC foi duas vezes maior do que a mediana da microCT (2,205 IC (95%) = (2,03; 2,39)). Já para o comprimento do dente, a estimativa da diferença das médias calculada pelo teste *t-Student* foi igual a 1,08 (IC (95%) = (0,94; 1,21)), demonstrando uma subestimação da TCFC. **Conclusão:** A imagem obtida em um equipamento de TCFC de grande volume não possibilitou mensurar o comprimento e o volume do canal radicular com precisão em comparação com a microCT, mesmo utilizando o protocolo de maior resolução na aquisição da imagem.

Descritores: Tomografia computadorizada de feixe cônico; microtomografia por raios X; incisivo; cavidade pulpar

ABSTRACT

Introduction: The knowledge of dental root internal morphology is imperative for planning and execution of endodontic treatment. The aim of this study was to evaluate the volume of the root canal and the length of mandibular incisors using cone beam computed tomography (CBCT), using micro-computed tomography (microCT) as a reference. **Methods:** Seventy-one mandibular incisors were scanned by the SkyScan® microtomograph and the i-CAT Next Generation®. The tooth length and root volume of the images obtained by the CBCT were measured using the ITK-SNAP 3.8.0 software and images obtained by the microCT were evaluated using the CTAn® software version 2.2.1. Moreover, 2-dimensional parameters (area, roundness, and largest and smallest diameter) of each tooth were measured using the CTAn® software. To evaluate the length, the Student's paired t-test was used and to evaluate the volume, the logarithmic transformation of the teeth was performed, followed by the Student's paired t-test ($p < 0.05$). **Results:** The sample indicated that the length and volume means were significantly different between the microCT and CBCT ($p < 0.001$). The median root canal volume in the CBCT was twice as high as the median of the microCT (2.205 CI (95%) = (2.03; 2.39)). For the length of the tooth, the estimate of the difference in means calculated by the Student's t-test was equal to 1.08 (CI (95%) = (0.94, 1.21)), demonstrating an underestimation of the CBCT. **Conclusion:** The tomographic image of large volume was unable to measure the length and volume of the root canal compared to microCT, even using the highest resolution settings.

Keywords: Cone-beam computed tomography; x-ray microtomography; incisor; pulp cavity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Microtomógrafo Skyscan® 1174 (Bruker MicroCT, Kontich, Bélgica).	18
Figura 2. a. Seleção do Top e Bottom para criação do ROI; b. Seleção da área de interesse para o cálculo do volume; c. Processo de limiarização determinado pelo operador; d. Imagem binarizada.	19
Figura 3. Reconstrução 3D do canal radicular por meio do software CTVol®	20
Figura 4. Delimitação do comprimento do incisivo mandibular utilizando o software CTAn®	20
Figura 5. Interface do software ITK-SNAP. a. Parâmetros de threshold foram ajustados de maneira que o canal radicular ficasse nitidamente demarcado; b. As bolhas foram posicionadas na ROI; c. Preenchimento automático da região selecionada; d. O resultado das segmentações automática e manual.	22
Figura 6. Reconstrução 3D do canal radicular por meio do software ITK SNAP.....	23

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Dados morfométricos 2D e 3D dos incisivos inferiores analisados pela microCT. 25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
CCD	<i>Charge Coupled Device</i>
CCI	Coefficiente de Correlação Intraclasse
COMCAP	Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa
CTS	Central de Tecnologia em Saúde
cm	centímetros
DICOM	<i>Digital Imaging and Communication in Medicine</i>
FOB	Faculdade de Odontologia de Bauru
FOV	<i>Field of View</i>
IC	Intervalo de Confiança
JCE	Junção cimento-esmalte
kVp	Quilovoltagem pico
LIPC	Laboratório de Imagens em Pesquisa Clínica
mA	miliampère
microCT	Microtomografia computadorizada
mm	milímetros
mm ²	milímetros quadrados
mm ³	milímetros cúbicos
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
UEM	Universidade Estadual de Maringá
USP	Universidade de São Paulo
μA	microampère

Este trabalho foi editado de acordo com as normas da revista *Journal of Endodontics*, disponíveis no site: <https://www.elsevier.com/journals/journal-of-endodontics/0099-2399/guide-for-authors> (ANEXO B). Acessado em setembro de 2020.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 MATERIAL E MÉTODOS	17
<i>Seleção da amostra</i>	17
<i>Escaneamento por meio do equipamento de microCT</i>	17
<i>Escaneamento por meio do equipamento de TCFC</i>	21
<i>Análise estatística</i>	23
3 RESULTADOS	24
<i>Morfologia do sistema de canais (microCT)</i>	24
4 DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÃO	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXO A – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	37
ANEXO B – Normas de edição extraídas da revista <i>Journal of Endodontics</i>, acessada em setembro de 2020	40

1 INTRODUÇÃO

O desconhecimento da morfologia dos dentes pode levar ao insucesso no tratamento endodôntico, comprometendo o processo de limpeza, desinfecção e modelagem dos canais radiculares (1). Segundo Barbizam et al. (2), a quantidade de detritos nos canais radiculares após a instrumentação está intimamente relacionada às características anatômicas internas. Esses fatores requerem a identificação de um exame de imagem que determine com precisão a morfologia do canal radicular. A qualidade da imagem facilita a interpretação da morfologia radicular, e particularmente auxilia na determinação do comprimento do dente, bem como a avaliação pós-operatória e a longo prazo do tratamento endodôntico (3).

Os incisivos inferiores são comumente considerados dentes unirradiculares, apresentando apenas um canal e sendo mais amplo no sentido vestibulo-lingual (4,5). Apesar disso, eles podem apresentar dois ou três canais radiculares (5-7), devido à presença de uma ponte de dentina na câmara pulpar (8). Na literatura, a prevalência de incisivos inferiores que apresentam canal único varia de 55% a 87,6% (5,7,9,10). Além disso, as variações anatômicas da configuração dos canais radiculares, segundo a classificação de Vertucci, contempla até oito tipos de configuração (9). Posteriormente, alguns autores acrescentaram outros tipos morfológicos a esta classificação (11,12).

São descritos na literatura diferentes metodologias para análise da morfologia dos sistemas de canais radiculares, como a radiografia convencional (13), radiografia digital (14), injeção de resina (15), secção de diferentes planos (16), avaliação macroscópica (17) e microscópica (18), técnicas de diafanização (9,11) e microscopia eletrônica de varredura (10). Recentemente, outros métodos foram surgindo para o estudo da morfologia dos dentes, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) (19,20) e a microtomografia computadorizada (microCT) (5,7,20). O equipamento de TCFC apresenta algumas vantagens em relação a outras metodologias como ausência de sobreposições, obtenção de modelos tridimensionais (3D) e estudos que podem ser realizados *in vivo* (21). Esses exames estão associados a doses menores de radiação, quando comparados com a tomografia computadorizada helicoidal (22). A microCT foi desenvolvida no início dos anos 1980, baseada nos princípios da tomografia computadorizado axial, por Elliot e Dover (23) e tem sido amplamente utilizado no estudo da morfologia dos dentes (5,6), devido a sua alta resolução espacial e por ser um método não destrutivo para os espécimes (23,24). Os algoritmos utilizados neste método permitem análises bidimensionais (2D) e 3D (5). No campo da pesquisa experimental, a microCT vem sendo utilizada como padrão de referência nos estudos de morfologia dos canais radiculares (25).

Nesse contexto, uma avaliação do padrão anatômico antes do tratamento endodôntico deve ser realizada usando os métodos de imagem mais precisos (26). O desenvolvimento e aperfeiçoamento dos equipamentos de TCFC, bem como de novos programas de reconstrução e análise de dados tem possibilitado o uso da TCFC em Endodontia com precisão (3,27). Entretanto, sabe-se que fatores como o *hardware*, configuração da exposição, *software* utilizado para reconstrução e visualização dos dados, condições de visualização e experiência do observador podem influenciar na qualidade e na capacidade de diagnóstico da imagem tomográfica (22,28,29). Dessa forma, o objetivo principal deste estudo foi avaliar o volume do canal radicular e o comprimento de incisivos inferiores por meio da TCFC, utilizando como referência ou padrão-ouro a microCT. O objetivo secundário deste estudo foi avaliar quantitativamente a anatomia dos incisivos inferiores por meio da microCT. Foi considerada a seguinte hipótese nula: os equipamentos de microCT e TCFC utilizados neste estudo não apresentam diferenças na avaliação do comprimento e do volume do dente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Seleção da amostra

Todos os dentes foram limpos com curetas periodontais do tipo *Gracey* (*Hu-friedy, Chicago, IL, Estados Unidos*) e com taças de borracha, pedra pomes e água, para remoção de detritos e restos de ligamento periodontal (30). Posteriormente, eles foram armazenados em solução de timol 0,1% em temperatura ambiente, trocada periodicamente por um período máximo de doze meses (6). Os dentes foram radiografados por meio do equipamento *Focus™* (*KaVo, Instrumentarium, Tusuula, Finlândia*) com 70 kVp, 7 mA, com uma distância do foco ao filme de 20 cm e tempo de exposição de 0,56 segundos. Para a técnica radiográfica, foi utilizado o sensor intraoral RVG 5200 (*Carestream Health, Rochester, NY, Estados Unidos*). Foram incluídos no estudo, incisivos inferiores do tipo I de Vertucci (9) com um único canal que se estende da câmara pulpar até o ápice. Incisivos inferiores com rizogênese incompleta, tratamento endodôntico prévio, canais radiculares calcificados e/ou atrésicos, fraturas radiculares, anomalias dentárias e reabsorções foram excluídos do estudo. Com a aplicação desses critérios, a amostra inicial foi reduzida para 71 dentes.

Para o cálculo do tamanho da amostra, foi utilizado o teste *t-Student* pareado com nível de significância de 5% e poder de análise superior a 85%, o que resultou em um número mínimo de 71 dentes. Inicialmente, 101 incisivos inferiores extraídos por motivos não relacionados a este estudo foram adquiridos após a aprovação do protocolo pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Maringá (CAAE 83354418.8.0000.0104) (ANEXO A). Estes dentes não foram diferenciados em incisivos centrais e laterais, pois estudos prévios não demonstraram diferenças entre a morfologia dos dentes (7,9).

Escaneamento por meio do equipamento de microCT

Antes do escaneamento dos espécimes, os dentes foram inseridos em bases de cera utilidade (Lysanda produtos, SP, Brasil) e foram acoplados individualmente a uma base metálica, firmemente fixada à mesa giratória, através de um parafuso. Este parafuso possibilita o posicionamento do dente de forma perpendicular em relação à fonte de radiação durante o escaneamento, reduzindo-se assim a possibilidade de movimentação.

Os dentes foram escaneados utilizando o microtomógrafo *SkyScan®*, modelo 1174, versão 2 (*Bruker MicroCT, Kontich, Bélgica*) (Figura 1) do Departamento de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo (FOB-USP). O equipamento

é composto por um tubo de raios X de microfoco com fonte de alta tensão (energia de 50 kVp, corrente de 800 μ A). O sistema inclui uma porta amostra com manipulador de precisão e detector/sensor baseado em câmera de dispositivo de carga acoplada (*Charge Coupled Device* - CCD) com resolução de 1.3 *Megapixel* (matriz de 1304 x 1024 *pixels*). Quanto aos parâmetros de aquisição, foi utilizado um filtro de alumínio de 0,5 mm de espessura posicionado em frente à fonte de raios X, com *voxel* isotrópico de 22,86 μ m. O passo de rotação foi de um ângulo de 1,0° por imagem de projeção, com rotação total de 360°. Os dados foram posteriormente reconstruídos a partir das imagens das projeções angulares pelo *software* dedicado *NRecon* versão 1.6.4.8 (*Bruker MicroCT, Kontich, Bélgica*). As imagens foram salvas em formato Bitmap (BMP).



Figura 1. Microtomógrafo Skyscan® 1174 (Bruker MicroCT, Kontich, Bélgica).

Após a reconstrução, as imagens foram analisadas com auxílio do *software* *CTAn*® versão 2.2.1 (*Bruker MicroCT, Kontich, Bélgica*). O *software* está instalado em um computador com monitor Sony Vaio, tela 17", resolução HD 1366 x 768 *pixels*, com processador Intel® Core™ i3-3110M, 2.40 GHz e 4GB de memória RAM. O primeiro passo foi selecionar a região de interesse (ROI), por meio da escolha do intervalo através dos parâmetros *Top* e *Bottom* (Figura 2a). Como padrão, definiu-se *Top* como a primeira fatia selecionada, escolhida quando estava 1 mm aquém da extremidade apical; a última fatia selecionada, *Bottom*, foi escolhida considerando a junção cimento-esmalte (JCE). Em seguida, uma figura geométrica foi selecionada para propiciar a interpolação dos ROIs, para fazê-las unidas em uma só estrutura (Figura 2b). O próximo passo, foi a segmentação da imagem por meio da técnica de limiarização ou *threshold* interativo, no qual a segmentação dos valores de cinza foi obtida de forma interativa, separando os segmentos que correspondiam à dentina e o canal radicular. Foi selecionado para este estudo, a limiarização realizada pelo operador. Neste processo, foi possível dividir a imagem em regiões,

reconhecendo-as como objetos independentes (Figura 2c). Obteve-se, assim, uma imagem binária onde os *pixels* pretos representavam o fundo e os *pixels* branco, o objeto de análise (Figura 2d).

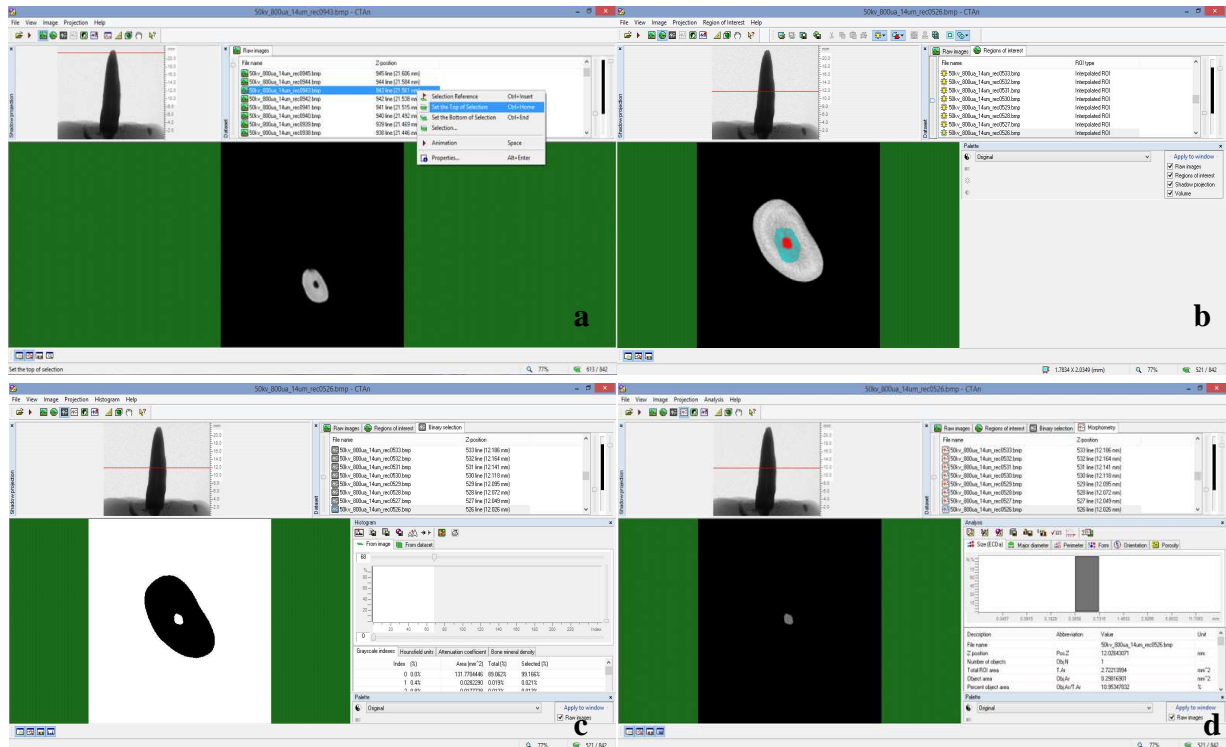


Figura 2. a. Seleção do *Top* e *Bottom* para criação do ROI; b. Seleção da área de interesse para o cálculo do volume; c. Processo de limiarização determinado pelo operador; d. Imagem binarizada.

A seguir, por meio do *plug-in 3D Analysis*, foi possível obter a análise quantitativa 3D do volume total (mm^3) e da área total (mm^2) do canal radicular. O *software CTVol*[®] v.2.2.1 (*Bruker MicroCT, Kontich, Bélgica*) gerou a imagem 3D do canal radicular (Figura 3). Foram obtidos dados referentes aos parâmetros 2D de área (mm^2), circularidade (mm), diâmetro maior (mm) e diâmetro menor (mm) dos canais radiculares, em três níveis radiculares (cervical, médio e apical) por meio do *plug-in Individual Object Analysis (2D space)*.



Figura 3. Reconstrução 3D do canal radicular por meio do *software* CTVol[®].

Ainda, com o auxílio do *software* CTAn[®], foi realizada a mensuração do comprimento do dente da porção mais coronal da coroa dentária até a extremidade apical (Figura 4).

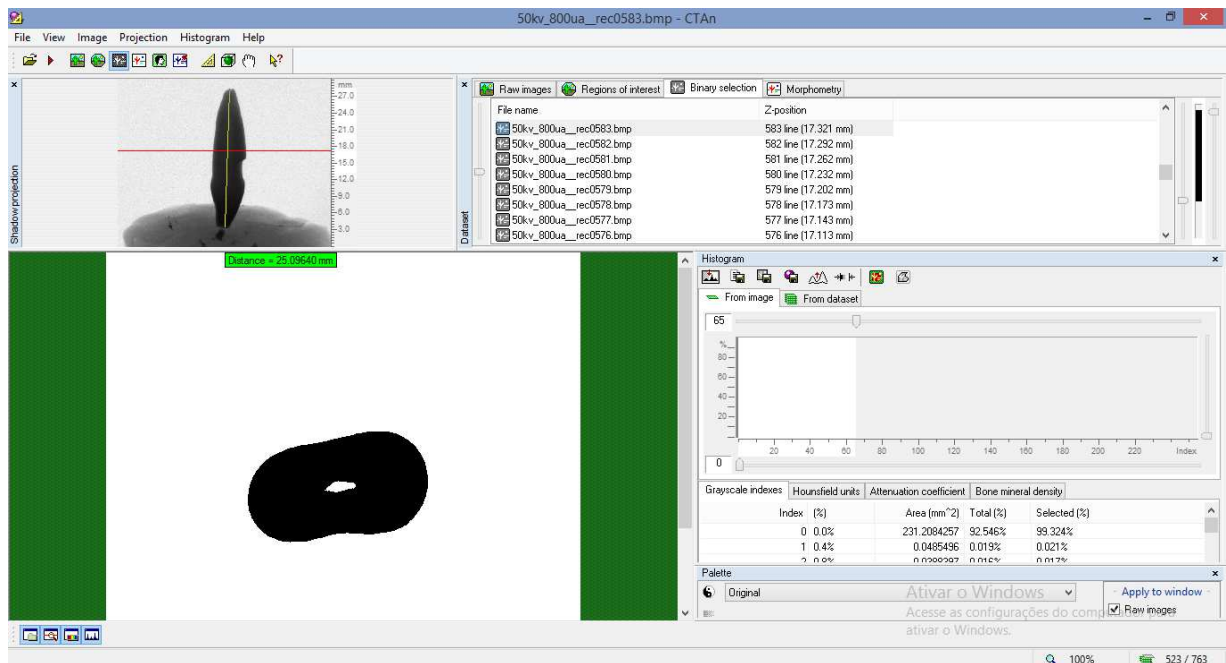


Figura 4. Delimitação do comprimento do incisivo mandibular utilizando o *software* CTAn[®].

Escaneamento por meio do equipamento de TCFC

Quatro incisivos foram inseridos nos alvéolos de uma mandíbula humana macerada, totalizando 18 escaneamentos. Os dentes foram fixados nos alvéolos com uma fina camada de cera utilidade a fim de simular a aparência radiográfica do espaço periodontal (20). A mandíbula foi revestida com três camadas de cera utilidade nas faces vestibular e lingual para fornecer algum nível de simulação de tecidos moles (20).

As TCFCs foram realizadas na Universidade Estadual de Maringá (UEM), no Laboratório de Imagens em Pesquisa Clínica (LIPC) da Central de Tecnologia em Saúde (CTS), do Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP), por um mesmo profissional especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia. As imagens foram obtidas pelo equipamento *i-CAT Next Generation*® (*Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA*), com o protocolo de aquisição: *voxel* isométrico de 125 µm, FOV (*Field of View*) de 8x8 cm, tempo de varredura de 26,9 segundos, tensão de tubo de 120 kVp, corrente do tubo de 37,07 mA e matriz de 640 x 640 *pixels*. As mandíbulas maceradas foram posicionadas no tomógrafo de tal maneira que o plano oclusal permaneceu paralelo ao solo e o plano sagital mediano perpendicular.

Para a análise do volume, as tomografias foram transferidas em formato DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) para o *software ITK-SNAP 3.8.0 versão 3D* (<http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php?n=Main.HomePage>). Este *software* está instalado em um MacBook Pro, tela 15, com processador Intel® Core™ i5, 2,4 Ghz e 4 GB de memória DDR3 de 1067 MHz, com sistema operacional macOS High Sierra.

Para análise do volume, foi utilizado a segmentação semiautomática. No *software ITK-SNAP*, a ROI foi selecionada para realização da segmentação automática. Para o preenchimento do volume a ser segmentado, foi selecionado um recurso de imagem para ativação do contorno de evolução. Os parâmetros de *threshold* foram ajustados de maneira que o canal radicular ficasse nitidamente demarcado (Figura 5a). Esses parâmetros variaram de acordo com os valores de densidade presentes no exame de imagem de cada paciente. Em seguida, foi realizada a colocação de bolhas de raios ajustáveis ao longo da imagem, para inicialização do contorno de evolução ativa (Figura 5b). Ao fim da segmentação, a imagem do volume do canal radicular foi reconstruída na janela 3D do *software* (Figura 5c). Para garantir a segmentação correta, uma segmentação manual foi executada com ferramentas 3D (31) (Figura 5d). Dessa forma, o volume do canal radicular foi calculado nas três reconstruções (axial, coronal e sagital) (Figura 6).

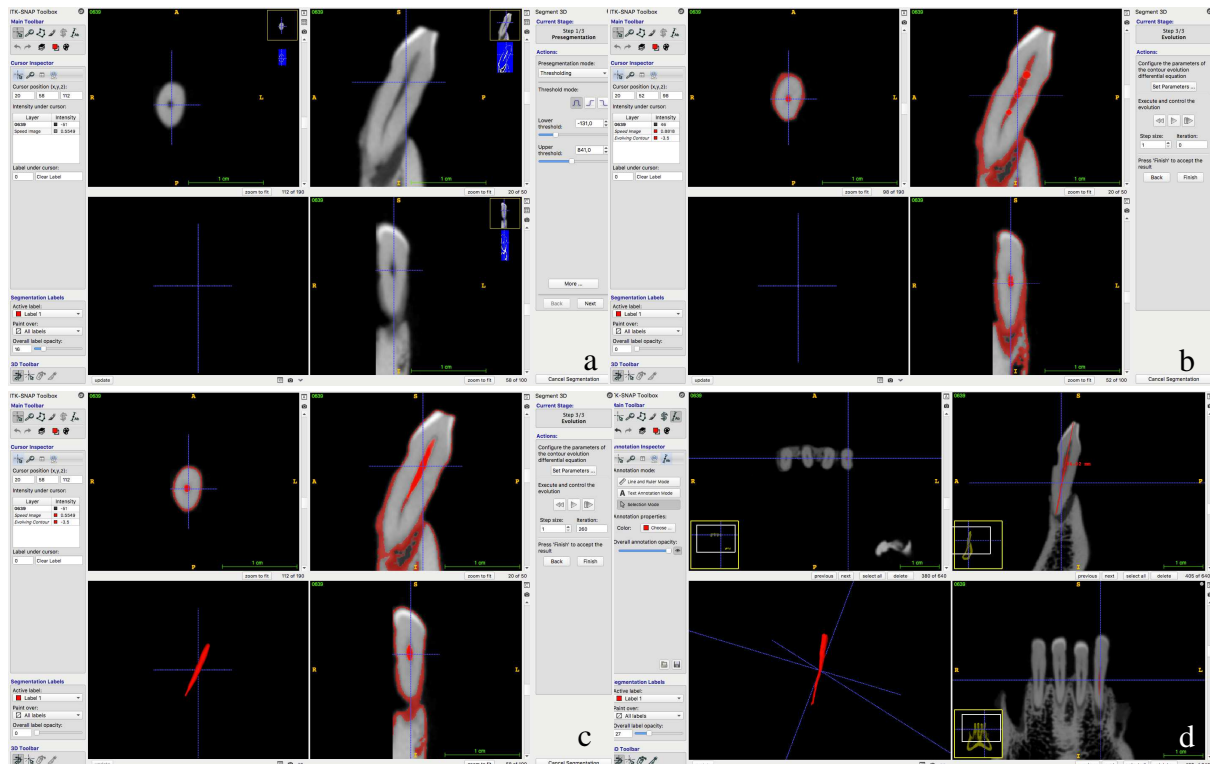


Figura 5. Interface do *software* ITK-SNAP. a. Parâmetros de *threshold* foram ajustados de maneira que o canal radicular ficasse nitidamente demarcado; b. As bolhas foram posicionadas na ROI; c. Preenchimento automático da região selecionada; d. O resultado das segmentações automática e manual.

Para análise do comprimento do dente, as reconstruções coronal, sagital e axial foram ajustadas para se cruzarem na câmara pulpar. O comprimento do dente foi obtido no plano sagital (30). Utilizando a escala de mensuração do *software* ITK-SNAP, cada dente foi mensurado da porção mais coronal da coroa dentária até a extremidade apical (Figura 5d).



Figura 6. Reconstrução 3D do canal radicular por meio do *software* ITK SNAP.

Análise estatística

Todas as mensurações foram realizadas por um único operador calibrado, especialista em Endodontia. A calibração foi conduzida com 20% da amostra, selecionada aleatoriamente, com um intervalo de 15 dias. Todas as análises foram realizadas em sala semiescura e silenciosa e o examinador foi orientado a realizar intervalos entre as análises para evitar fadiga ocular. A concordância intra-examinador foi realizada por meio do coeficiente de correlação intraclass (CCI). Para a análise estatística, o teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado para analisar a normalidade dos dados. Uma vez que a variável resposta “comprimento” apresentou normalidade, ausência de valores extremos e homocedasticidade entre a TCFC e a microCT, a análise foi conduzida a partir de um teste *t-Student* pareado. Por outro lado, a variável resposta “volume” apresentou ausência de normalidade, presença de valores extremos e heterocedasticidade. Por isso, a análise considerou a transformação logarítmica dos dados seguida pelo teste *t-Student* pareado. Todos os testes estatísticos foram realizados no *software* R, versão 4.0 com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS

O CCI demonstrou uma aplicabilidade excelente que variou de 0,9888-0,9930 para as variáveis comprimento e volume.

As medianas dos volumes dos incisivos inferiores quando analisado pela microCT foi de 2,97 mm³ e a distância interquartil de 1,86 mm³. A mediana para a TCFC foi de 6,23 mm³ e a distância interquartil foi de 5,30 mm³. Enquanto, as médias dos comprimentos dos dentes quando analisados pela microCT e pela TCFC foram de 21,2±1,90 mm e 20,1±1,79 mm, respectivamente.

Para ambas as variáveis, o teste *t-Student* pareado demonstrou evidências contrárias a veracidade da hipótese nula, de modo que a rejeitamos. Isto é, as evidências amostrais indicaram que as médias do logaritmo do volume são significativamente diferentes entre a microCT e TCFC ($p < 0,001$). Contudo, o antilogaritmo da média dos dados transformados correspondeu à média geométrica dos dados originais. Por outro lado, a transformação logarítmica não alterou a ordem hierárquica dos dados. Assim, a mediana dos dados na escala logarítmica foi igual ao logaritmo da mediana dos dados na escala original. Portanto, os resultados do teste *t-Student* pareado puderam ser interpretados em termos do logaritmo da proporção das medianas dos dados na escala original. Para obter as estimativas do teste *t-Student* pareado na escala original, bastou aplicar a função exponencial nas mesmas. Logo, a mediana do volume na TCFC foi duas vezes maior do que a mediana do volume na microCT (2,205; IC 95% = (2,03; 2,39)).

Já em relação à variável comprimento do dente, as evidências amostrais indicaram que as médias dos comprimentos tiveram diferenças estatisticamente significantes entre a microCT e a TCFC ($p < 0,001$). A estimativa da diferença das médias calculadas pelo teste *t-Student* foi igual a 1,08 (IC 95% = (0,94; 1,21)).

Morfologia do sistema de canais (microCT)

A Tabela 1 resume os dados morfométricos (parâmetros 2D e 3D) em vários níveis da raiz. O volume médio e a área foi de 3,25 mm³ e 29,49 mm², respectivamente. A análise morfométrica 2D revelou que a área dos canais radiculares aumentou gradualmente de apical para cervical. Os valores de circularidade variam de 0 a 1, sendo que “0” corresponde a uma reta e “1” a um círculo perfeito. No presente estudo, a circularidade nas regiões cervical e média variou de 0,50±0,17 mm e 0,34±0,21 mm, representando uma forma oval e achatada

nessas regiões. Na região apical, a circularidade variou de $0,65\pm 0,12$ mm. Estes valores demonstraram uma forma levemente circular dos canais na região apical.

Tabela 1. Dados morfométricos 2D e 3D dos incisivos inferiores analisados pela microCT.

		Canal		
Parâmetros 3D				
Volume total (mm ³)		3,25±1,68		
Área total (mm ²)		29,49±10,41		
Parâmetros 2D	Cervical	Médio	Apical	
Área (mm ²)	0,57±0,30	0,24±0,19	0,06±0,05	
Circularidade (mm)	0,50±0,17	0,34±0,21	0,65±0,12	
Maior diâmetro (mm)	1,19±0,41	1,04±0,41	0,32±0,11	
Menor diâmetro (mm)	0,61±0,20	0,32±0,13	0,21±0,08	

4 DISCUSSÃO

O conhecimento da morfologia dos dentes tem sido um processo complexo e importante no planejamento e execução da terapia endodôntica. A identificação da configuração anatômica é influenciada pelo método de avaliação (32). A imagem tomográfica oferece uma avaliação 3D da região de interesse, e gera imagens com uma resolução espacial adequada que permite uma análise detalhada do dente (29). Porém, a literatura ainda é controversa em relação a sua precisão na avaliação da morfologia dos canais radiculares (20,32-34). A microCT foi utilizada como referência padrão neste estudo, baseado em estudos anteriores que também avaliaram a morfologia do canal radicular (20,33,34), uma vez que fornece alta qualidade e imagens detalhadas sem destruir a amostra (33). A resolução espacial da TCFC é menor que a microCT, mas a TCFC supera algumas das desvantagens da microCT, como tempo de varredura, dosagem de radiação e alto custo, bem como amplo uso em prática clínica (25). Portanto, também tem sido utilizada em ensaios laboratoriais (25).

Apesar da crescente importância e aplicações da TCFC na morfologia do sistema de canais radiculares, este instrumento não demonstrou concordância com a microCT em alguns estudos (20,34-36). Nesse estudo, a mediana do volume do canal radicular na TCFC foi duas vezes maior do que a mediana da microCT (2,205 IC (95%) = (2,03, 2,39)). Esses resultados não concordaram com Shaheen et al. (33) e Michetti et al. (37), que encontraram uma alta correlação na avaliação do volume entre a microCT e a TCFC. As diferenças nas metodologias dificultam a comparação entre os estudos. Shaheen et al. (33) avaliaram quatro protocolos de aquisição de três equipamentos de TCFC (*Accuitomo 170*, *Scanora 3-D e ProMax Max*). Para assegurar a precisão da segmentação, diferenças dimensionais entre o dente real e o dente segmentado foi avaliado (33), por meio do princípio de Arquimedes conforme descrito por Khalil et al. (38). Em uma segunda etapa, foi realizada comparações volumétricas entre os dentes segmentados dos diferentes protocolos de TCFC e microCT por meio do *software 3-matic®113* (33). As mudanças volumétricas foram medidas por meio de um método de comparação de peças, resultando em um mapa codificado por cores (33). Já Michetti et al. (37) avaliaram a estrutura do processo de imagem baseado na limiarização global adaptativa. Após o processamento e segmentação das imagens, foi realizado a comparação do canal radicular segmentado a fim de alinhar os dois volumes (37). Posteriormente, o volume da segmentação do canal radicular da microCT e da TCFC foram registradas e comparadas visualmente (37). Além disso, essa diferença no resultado pode ser

explicada pelo tamanho amostral, ambos os estudos utilizaram somente três dentes para avaliação do volume enquanto o nosso estudo utilizou 71 incisivos inferiores.

Para o comprimento do dente, nesse estudo, a estimativa da diferença das médias calculadas pelo teste *t-Student* foi igual a 1,08 (IC (95%) = (0,94; 1,21)), demonstrando uma subestimação da TCFC. Essa distância milimétrica no comprimento pode representar importantes reservatórios para microrganismos, dificultando o sucesso de um tratamento endodôntico (1). Uma vez que, a subinstrumentação resulta em um preparo insuficiente, permitindo a permanência de bactérias (1), enquanto uma sobreinstrumentação promove o alargamento do forame apical levando restos de dentina infectada para os tecidos periapicais (39). Yilmaz, Kamburoğlu e Şenel (30), também encontraram uma subestimação do comprimento do dente analisado na TCFC, quando comparado com o paquímetro eletrônico. Imagens tomográficas, visualizadas com o *software* i-Dixel 2.0 (J. Morita, Tóquio, Japão), em diferentes *voxels* mostraram uma subestimação entre 1,16 e 1,63 mm (30). Além disso, o localizador apical apresentou uma precisão melhor com uma variação média de 0,098 mm e a radiografia periapical apresentou uma precisão pior com uma variação média de 1,64 mm comparado com o comprimento real do dente (30).

Segundo Baumgaertel et al. (40), as imagens da TCFC fornecem medidas confiáveis para a aplicação clínica. Entretanto, esses valores são frequentemente inferiores às medidas reais. Alguns fatores como, o tamanho do campo de visão (FOV) do equipamento de TCFC e a reconstrução com *voxel* podem influenciar a qualidade das imagens (30,35). As imagens tomográficas consistem em *voxels*, que são análogos a um *pixel* em uma imagem 2D (29). O tamanho do *voxel* determina o nível de detalhes que uma imagem proporciona, ou seja, sua resolução espacial (41). Se a resolução espacial de uma imagem for aumentada, diminuindo o tamanho do *voxel*, uma dose mais alta de radiação é necessária para atingir o mesmo nível de ruído que o maior tamanho de *voxel* (29). Diferentes tamanhos de *voxels* podem ser encontrados dependendo das especificações técnicas dos aparelhos de TCFC, variando de 600 para 75 µm (41). Segundo Szabo et al. (35), a detecção do comprimento total de uma raiz é influenciada pelo tamanho do *voxel*. Imagens do equipamento Planmeca ProMax 3D Smart (100 µm) não demonstraram a extremidade apical em 4% (1/25) da amostra (35). Por outro lado, nos equipamentos NewTom VG (150 µm) e o Classic i-CAT (250 µm), 44% (11/25) e 65% (16/25) das extremidades apicais foram invisíveis, com uma média de 2,79±1,34 mm e 3,62±1,45 mm de parte invisível, respectivamente (35). Esses achados concordaram parcialmente com o nosso estudo, pois mesmo utilizando o menor *voxel* disponível no *i-Cat*

(125 μm), o comprimento do dente apresentou uma subestimação quando comparado com a microCT.

Da mesma forma, um FOV grande aumenta a dose de radiação e diminui a relação sinal/ruído e afeta a resolução espacial da imagem (42). Assim, para fins endodônticos, o FOV deve ser limitado à região de interesse, ou seja, o FOV deve abranger o dente sob investigação para produzir uma imagem com melhor qualidade (29,43). Diferentes protocolos de aquisição de imagem mostraram diferença na eficácia da visibilidade do canal radicular (43). Segundo Hassan et al. (43), o menor FOV (4x4 cm) do equipamento Accuitomo 170, produziu uma visibilidade melhor e foi significativamente superior ao FOV dos tamanhos 8x8 cm e 10x10 cm. Um FOV de 17x12 cm demonstrou o pior resultado, com os canais radiculares mal representados (43).

Alguns estudos demonstraram uma alta concordância entre a TCFC e a microCT quando analisada a morfologia dos canais radiculares, segundo a classificação de Vertucci (26,32). Entretanto, os dados apresentados neste estudo não demonstraram uma concordância da TCFC e da microCT, concordando com Tolentino et al. (20), Ordinola-Zapata et al. (32) e Tolentino et al. (34). Segundo Ordinola-Zapata et al. (32), a TCFC não foi precisa em reconhecer configurações mais complexas. Além disso, estudos demonstraram que a TCFC produz detalhes de imagens menos nítidos que a microCT, falhando em detectar istmos e canais acessórios (19,20,34). Incisivos inferiores apresentam uma alta incidência de bifurcações e istmos (5-7). Devido a essa complexidade do sistema de canais radiculares e a variabilidade na configuração, foram incluídos no presente estudo, somente, incisivos inferiores do tipo I de Vertucci (9), a fim de diminuir o viés.

Outros fatores podem influenciar na qualidade final da imagem, como o *software* utilizado para a análise, o monitor e também o conhecimento do avaliador (25). Avanços tecnológicos na área da TCFC permitiram o desenvolvimento de novos programas de reconstrução, interpretação e análise de dados (28). O *software* ITK-SNAP é gratuito, de código aberto e multiplataforma, mostrando ser um *software* adequado para a realização de renderização de áreas pequenas e com riqueza de detalhes (44). O *software* tem mostrado confiabilidade das medições volumétricas de outras estruturas anatômicas, como o espaço aéreo faríngeo (45). Porém, a segmentação automática é altamente suscetível a ser afetada por pequenas variações nos parâmetros de configuração (46). Segundo Marroquin Penaloza et al. (46), não há evidência de que diferentes métodos de segmentação e mensuração do volume sejam sensíveis o suficiente para detectar pequenas alterações de volume em estruturas como o canal radicular. Há uma baixa nitidez e definição das pequenas estruturas, especialmente

em relação à delimitação das bordas, para a realização da análise quantitativa 2D (36). Ainda, o ITK-SNAP apresenta algumas limitações em relação às suas ferramentas e às análises de algumas funções, como a mensuração da área e da circularidade, que não estão incorporadas no sistema.

A análise quantitativa dos parâmetros 2D mostrou que, em relação à circularidade, os canais radiculares dos incisivos inferiores apresentaram uma grande variação nos três níveis avaliados, concordando com Leoni et al. (6). No geral, a média da circularidade variou de $0,34\pm 0,21$ mm até $0,65\pm 0,12$ mm, mostrando uma variação no comportamento da geometria do canal radicular, achatado no terço médio e uma configuração circular para oval no terço apical. É importante salientar que em canais de configuração achatada-oval, limas rotatórias não conseguiram realizar a limpeza e modelagem adequada, deixando áreas não tocadas nas faces vestibular e/ou lingual do canal (47,48).

Outro aspecto importante na limpeza dos canais radiculares é o diâmetro. Os valores dos diâmetros maior e menor no terço médio foram em média $1,04\pm 0,41$ mm e $0,32\pm 0,13$ mm, evidenciando uma configuração de um canal mais estreito. Esses dados tornam-se importante no planejamento do preparo biomecânico, uma vez que a utilização de instrumentos de maior conicidade ou ponta podem levar a iatrogenias (6). O achatamento dos canais radiculares pode dificultar o preparo biomecânico por meio de instrumentos manuais e/ou rotatórios (2,47), sendo que a quantidade de detritos está intimamente relacionada às características da morfologia dental (2). Os valores dos diâmetros menor e maior dos canais radiculares a 1 mm do forame apical dos incisivos inferiores foram, em média, $0,21\pm 0,08$ mm e $0,32\pm 0,11$ mm, tendo resultados similares com outros estudos (5,49). Os dados morfométricos de diâmetro maior e menor, concluem que a lima #25 é necessária para remoção da dentina na menor dimensão do canal a 1 mm da extremidade apical (50). Contudo, essa diferença entre os diâmetros requer atenção, uma vez que a instrumentação no diâmetro maior pode deixar superfícies não tocadas (49). Segundo Versiani et al. (48) nenhum sistema é capaz de tocar todas as paredes de um canal oval longo, sendo um desafio para a Endodontia. Foi sugerido que instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio devem ser usados com movimento de pincelagem para otimizar eficácia da preparação, particularmente em canais ovais (51). Allatar et al. (52) avaliaram a eficácia de corte de três sistemas recíprocos (Reciproc®, Wave one® e UFile®) e todos se mostraram eficientes quando utilizados o movimento de pincelamento. Quando comparado os sistemas recíproco e rotatório com relação à porcentagem de superfície não instrumentada, nenhuma diferença entre os sistemas nos terços médio e apical foi observada (53).

As variações na geometria do canal têm grande influência na efetividade da limpeza e modelagem (2,47). Devido a essa variabilidade, uma TCFC pré-operatória se faz importante na maioria dos casos (20,54), sendo uma ferramenta poderosa no diagnóstico endodôntico, planejamento, tratamento e acompanhamento (29). Torna-se difícil comparar os dados obtidos pela falta de estudos publicados relacionados à eficácia do equipamento e do *software* utilizado. Apesar dos avanços no *hardware*, a interpretação da imagem ainda é comprometida quando visualizada no *software* (28). Novos programas são desenvolvidos, com o intuito de realizar medições precisas de estruturas anatômicas e definir melhor as bordas da superfície dental, como o *e-Vol DX (CDT Software, Bauru, Brasil)* (27). Outro *software* é o *3D endo® (Dentsply Sirona, Salzburgo, Austria)*, concebido especificamente para Endodontia, permitindo determinar com precisão o comprimento de trabalho (55). Dessa forma, mais estudos ainda devem ser realizados, principalmente no que diz respeito aos *softwares*, a fim de aumentar a previsibilidade e prognóstico do tratamento endodôntico.

5 CONCLUSÃO

A imagem tomográfica obtida em um equipamento de TCFC de grande volume não possibilitou mensurar o comprimento do dente e o volume do canal radicular com precisão em comparação com a microCT, mesmo utilizando o protocolo de maior resolução espacial do equipamento *i-CAT Next Generation*®. Dessa forma, a indicação da TCFC para avaliação do comprimento e volume utilizando o *software* ITK-SNAP deve ser vista com cautela, uma vez que apresentaram valores super ou subestimados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Siqueira Junior JF. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endod Topics*. 2005;10:123-47. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2005.00134.x>
2. Barbizam JVB, Fariniuk LF, Marchesan MA, et al. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod*. 2002;28:365-6. <https://doi.org/10.1097/00004770-200205000-00004>
3. Patel S, Brown J, Pimental T, et al. Cone beam computed tomography in endodontics- a review of the literature. *Int Endod J*. 2019;52(8):1138-1152. <https://doi.org/10.1111/iej.13115>
4. Krapež J, Fidler A. Location and dimensions of access cavity in permanent incisors, canines, and premolars. *J Conserv Dent*. 2013;16:404-7. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.117491>
5. Milanezi de Almeida M, Bernardineli N, Ordinola-Zapata R, et al. Micro-computed tomography analysis of the root canal anatomy and prevalence of oval canals in mandibular incisors. *J Endod*. 2013;39:1529-33. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.08.033>
6. Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, et al. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. *J Endod*. 2014;40:710-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.003>
7. Wolf TG, Stiebritz M, Boemke N, et al. 3-dimensional analysis and literature review of the root canal morphology and physiological foramen geometry of 125 mandibular incisors by means of micro-computed tomography in a German population. *J Endod*. 2020;46:184-91. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.11.006>
8. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the mandibular anterior teeth. *J Am Dent Assoc*. 1974;89:369-71. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1974.0391>
9. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1984;58:589-99. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90085-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90085-9)
10. Gomes BP, Rodrigues HH, Tancredo N. The use of a modelling technique to investigate the root canal morphology of mandibular incisors. *Int Endod J*. 1996;29:29-36. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1996.tb01356.x>
11. Kartal N, Yanikoğlu FC. Root canal morphology of mandibular incisors. *J Endod*. 1992;18:562-4. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81215-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81215-X).
12. Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. *J Endod*. 2004;30:391-8.

<https://doi.org/10.1097/00004770-200406000-00004>

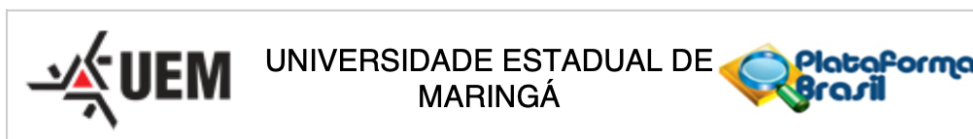
13. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972;33:101-10. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(72\)90214-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(72)90214-9)
14. Moshfeghi M, Sajadi SS, Sajadi S, et al. Conventional versus digital radiography in detecting root canal type in maxillary premolars: an in vitro study. *J Dent (Tehran).* 2013;10:74-81.
15. Barker BC, Parsons KC, Mills PR, et al. Anatomy of root canals. III. Permanent mandibular molars. *Aust Dent J.* 1974;19:408-13. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1974.tb02372.x>
16. Baisden MK, Kulild JC, Weller RN. Root canal configuration of the mandibular first premolar. *J Endod.* 1992;18:505-8. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81352-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81352-X)
17. Green D. Double canals in single roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973;35:689-96. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(73\)90037-6](https://doi.org/10.1016/0030-4220(73)90037-6).
18. Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972;34:262-8. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(72\)90418-5](https://doi.org/10.1016/0030-4220(72)90418-5)
19. Nascimento EHL, Elias MRA, Vasconcelos VHF, et al. Ex vivo detection of apical delta in premolars: a comparative study using periapical radiography, cone-beam computed tomography, and micro-computed tomography. *J Endod.* 2019;45:549-53. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.02.022>
20. Tolentino ES, Amoroso-Silva PA, Alcalde MP, et al. Limitation of diagnostic value of cone-beam CT in detecting apical root isthmuses. *J Appl Oral Sci.* 2020;28:e20190168. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2019-0168>
21. Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *J Endod.* 2007;33:1-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.08.013>
22. Nasseh I, Al-Rawi W. Cone beam computed tomography. *Dent Clin North Am.* 2018;62:361-91. <http://doi.org/10.1016/j.cden.2018.03.002>
23. Elliott JC, Dover SD. Three-dimensional distribution of mineral in bone of 15 pm determined by x-ray microtomography. *Metab Bone Dis Relat Res.* 1984;5:219-21. [https://doi.org/10.1016/0221-8747\(84\)90062-6](https://doi.org/10.1016/0221-8747(84)90062-6)
24. Peters OA, Laib A, Rügsegger P, et al. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res.* 2000;79:1405-9. <https://doi.org/10.1177/00220345000790060901>

25. Borges CC, Estrela C, Decurcio DA, et al. Cone-beam and micro-computed tomography for the assessment of root canal morphology: a systematic review. *Braz Oral Res.* 2020;34:1-7. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0056>
26. Fernandes LMPSR, Rice D, Ordinola-Zapata R, et al. Detection of various anatomic patterns of root canals in mandibular incisors using digital periapical radiography, 3 cone-beam computed tomographic scanners, and micro-computed tomographic imaging. *J Endod.* 2014;40:42-5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.039>
27. Bueno MR, Estrela CRA, Granjeiro JM, et al. Method to determine the root canal anatomic dimension by using a new cone-beam computed tomography software. *Braz Dent J.* 2019;30:3-11. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902462>
28. Bueno MR, Estrela C, Azevedo BC, et al. Development of a new cone-beam computed tomography software for endodontic diagnosis. *Braz Dent J.* 2018;29(6):517-29. <http://doi.org/10.1590/0103-6440201802455>
29. Patel S, Durack C, Abella F, et al. Cone beam computed tomography in Endodontics– a review. *Int Endod J.* 2015;48:3-15. <https://doi.org/10.1111/iej.12270>
30. Yilmaz F, Kamburoğlu K, Şenel B. Endodontic working length measurement using cone-beam computed tomographic images obtained at different voxel sizes and field of views, periapical radiography, and apex locator: a comparative ex vivo study. *J Endod.* 2017;43:152-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.09.019>
31. Yamashita FC, Yamashita AL, Romanichen IMM, et al. Three-dimensional evaluation of mandibular condyle and coronoid process according to sex, age, and skeletal deformities. *Cranio.* 2020;1;1-6. <https://doi.org/10.1080/08869634.2020.1800323>
32. Ordinola-Zapata O, Bramante CM, Versiani MA, et al. Comparative accuracy of the Clearing Technique, CBCT and Micro-CT methods in studying the mesial root canal configuration of mandibular first molars. *Int Endod J.* 2017;50:90-6. <https://doi.org/10.1111/iej.12593>
33. Shaheen E, Khalil W, Ezeldeen M, et al. Accuracy of segmentation of tooth structures using three different CBCT-machines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2017;123:123-8. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2016.09.005>
34. Tolentino ES, Amoroso-Silva PA, Alcalde MP, et al. Accuracy of high-resolution small-volume cone-beam computed tomography in detecting complex anatomy of the apical isthmi: ex vivo analysis. *J Endod.* 2018;44:1862-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.08.015>

35. Szabo BT, Pataky L, Mikusi R, et al. Comparative evaluation of cone-beam CT equipment with micro-CT in the visualization of root canal system. *Ann Ist Super Sanita*. 2012;48:49-52. https://doi.org/10.4415/ANN_12_01_08
36. Camargo RV, Mazzi-Chaves JF, Leoni GB, et al. Quantitative assessment of 2-dimensional parameters in tomographic images by using different segmentation methods. *J Endod*. 2020;46:694-9. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.01.012>
37. Michetti J, Basarab A, Diemer F, et al. Comparison of an adaptive local thresholding method on CBCT and μ CT endodontic images. *Phys Med Biol*. 2017;63:015020. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/aa90ff>
38. Khalil W, EzEldeen M, Van De Castele E, et al. Validation of cone beam computed tomography-based tooth printing using different three-dimensional printing technologies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2016;121(3):307-15. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2015.10.028>
39. Jayakodi H, Kailasam S, Kumaravadivel K, et al. Clinical and pharmacological management of endodontic flare-up. *J Pharm Bioallied Sci*. 2012;4:S294-8. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.100277>
40. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, et al. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136:19-25. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.09.016>
41. Scarfe W, Li Z, Aboelmaaty W, et al. Maxillofacial cone beam computed tomography: essence, elements and steps to interpretation. *Aust Dent J*. 2012;57:46-60. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01657.x>
42. Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, et al. Use of large-volume cone-beam computed tomography in identification and localization of horizontal root fracture in the presence and absence of intracanal metallic post. *J Endod*. 2012;38:856-9. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.03.011>
43. Hassan BA, Payam J, Juyanda B, et al. Influence of scan setting selections on root canal visibility with cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012;41:645-8. <https://doi.org/10.1259/dmfr/27670911>
44. Yushkevich PA, Joseph Piven, Hazlett JPHC, et al. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage*. 2006;31(3):1116-28. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.01.015>

45. Grauer D, Cevidanes LSH, Styner MA, et al. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:805-14. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.01.020>
46. Marroquin Penaloza TY, Karkhanis S, Kvaal SI, et al. Reliability and repeatability of pulp volume reconstruction through three different volume calculations. *J Forensic Odontostomatol.* 2016;34:35-46.
47. Taha NA, Ozawa T, Messer HH. Comparison of three techniques for preparing oval-shaped root canals. *J Endod.* 2010;36:532-5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.11.015>
48. Versiani MA, Carvalho KKT, Mazzi-Chaves J, et al. Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of XP-endo shaper, iRaCe, and EdgeFile systems in long oval-shaped canals. *J Endod.* 2018;44:489-95. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.09.008>
49. Wu MK, R'oris A, Barkis D, et al. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89:739-43. <https://doi.org/10.1067/moe.2000.106344>
50. Mauger MJ, Schindler WG, Walker WA. An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. *J Endod.* 1998;24(9):607-9. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(98\)80120-9](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(98)80120-9)
51. Plotino G, Grande NM, Sorci E, et al. Influence of a brushing working motion on the fatigue life of NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2007;40(1):45-51. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1365-2591.2006.01179.x>
52. Alattar S, Nehme W, Diemer F, et al. The influence of brushing motion on the cutting behavior of 3 reciprocating files in oval-shaped canals. *J Endod.* 2014;41:703-9. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.12.016>
53. Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, et al. Shaping ability of rotary or reciprocating systems for oval root canal preparation: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig.* 2018;22(9):3189-3194. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2411-4>
54. Bhatt M, MacDonald D, Coil J, et al. Clinical decision making and importance of the AAOMR/AAE position statement for CBCT examination in endodontic cases. *Int Endod J.* 2021;54:26-37. <https://doi.org/10.1111/iej.13397>
55. Segato AVK, Piasecki L, Nuñovero MFI, et al. The accuracy of a new cone-beam computed tomographic software in the preoperative working length determination ex vivo. *J Endod.* 2018;44:1024-9. <http://doi.org/doi:10.1016/j.joen.2018.02.027>

ANEXO A – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise do diâmetro e volume do canal radicular de incisivos mandibulares por microtomografia e tomografia computadorizada de feixe cônico

Pesquisador: Lilian Cristina Vessoni Iwaki

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 83354418.8.0000.0104

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Maringá

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.566.651

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa proposto por pesquisador vinculado à Universidade Estadual de Maringá.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o diâmetro e volume do canal radicular de incisivos mandibulares nos terços cervical, médio e apical, por meio da microtomografia computadorizada e do equipamento de tomografia computadorizada de feixe cônico, comparando os resultados obtidos por cada método.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Avalia-se que os possíveis riscos a que estarão submetidos os sujeitos da pesquisa serão suportados pelos benefícios apontados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo consistirá na avaliação, por meio de microtomografia computadorizada e tomografia computadorizada de feixe cônico, de uma amostra de 40 dentes incisivos mandibulares recém-extraídos nas Clínicas Odontológicas da UEM. 1. Desenho/Metodologia Trata-se de estudo observacional, transversal e prospectivo, no qual serão utilizados incisivos mandibulares recém-extraídos por diversos motivos (cárie, doença periodontal, etc.), não discriminados em incisivos centrais e laterais, pois estudos prévios não demonstram diferenças entre a anatomia interna e o comprimento do canal radicular entre eles. Serão avaliados o diâmetro e o volume do canal

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
Bairro: Jardim Universitário **CEP:** 87.020-900
UF: PR **Município:** MARINGÁ
Telefone: (44)3011-4597 **Fax:** (44)3011-4444 **E-mail:** copep@uem.br



Continuação do Parecer: 2.566.651

radicular de incisivos mandibulares nos terços cervical, médio e apical por meio da microtomografia computadorizada (MicroCT) e da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), comparando os resultados obtidos por cada método. Para a estimativa da amostra será realizado um projeto piloto para o cálculo do tamanho amostral. Primeiramente, os dentes serão numerados e radiografados de forma padronizada em relação ao filme periapical. As radiografias serão analisadas e somente dentes do Tipo I, II e III serão avaliados, já que essas configurações são as mais prevalentes nos incisivos mandibulares. As TCFCs serão analisadas por meio do software Dolphin Imaging & Management Solutions® 11.9 versão 3D e as imagens obtidas no MicroCT serão avaliadas pelo software CTAn versão 2.2.1. Serão calculados os diâmetros menor (mésio-distal) e maior (vestibulo-lingual), o volume total e os volumes dos terços cervical, médio e apical do canal radicular. Se os dados seguirem uma distribuição normal, a estatística descritiva e o teste t independente serão utilizados para comparar os dois métodos de imagem, caso contrário o teste de Wilcoxon será aplicado ($p < 0,05$). 2. O cronograma de execução é compatível com a proposta enviada. 3. Descreve gastos sob responsabilidade do pesquisador.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada pelo responsável institucional. Apresenta o termo de dispensa de TCLE com a justificativa de que se trata de pesquisa documental com utilização de fontes secundárias. Apresenta as autorizações necessárias.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá é de parecer favorável à aprovação do protocolo de pesquisa apresentado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1044535.pdf	20/02/2018 14:05:09		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Fernanda.pdf	20/02/2018 14:04:45	Lilian Cristina Vessoni Iwaki	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.pdf	20/01/2018 13:44:47	Lilian Cristina Vessoni Iwaki	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	Dispensa.pdf	30/11/2017 14:10:45	Lilian Cristina Vessoni Iwaki	Aceito

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
Bairro: Jardim Universitário **CEP:** 87.020-900
UF: PR **Município:** MARINGÁ
Telefone: (44)3011-4597 **Fax:** (44)3011-4444 **E-mail:** copep@uem.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 2.566.651

Justificativa de Ausência	Dispensa.pdf	30/11/2017 14:10:45	Lilian Cristina Vessoni Iwaki	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao.pdf	30/11/2017 14:09:02	Lilian Cristina Vessoni Iwaki	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MARINGÁ, 27 de Março de 2018

Assinado por:
Ricardo Cesar Gardiolo
(Coordenador)

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
Bairro: Jardim Universitário **CEP:** 87.020-900
UF: PR **Município:** MARINGÁ
Telefone: (44)3011-4597 **Fax:** (44)3011-4444 **E-mail:** copep@uem.br

Página 03 de 03

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

The *Journal of Endodontics* is owned by the American Association of Endodontists. Submitted manuscripts must pertain to endodontics and may be original research (eg, clinical trials, basic science related to the biological aspects of endodontics, basic science related to endodontic techniques, case reports, or review articles related to the scientific or applied aspects of endodontics). Clinical studies using CONSORT methods (<http://www.consort-statement.org/consort-statement/>) or systematic reviews using meta-analyses are particularly encouraged. Authors of potential review articles are encouraged to first contact the Editor during their preliminary development via e-mail at JEndodontics@UTHSCSA.edu. Manuscripts submitted for publication must be submitted solely to JOE. They must not be submitted for consideration elsewhere or be published elsewhere.

Disclaimer

The statements, opinions, and advertisements in the *Journal of Endodontics* are solely those of the individual authors, contributors, editors, or advertisers, as indicated. Those statements, opinions, and advertisements do not affect any endorsement by the American Association of Endodontists or its agents, authors, contributors, editors, or advertisers, or the publisher. Unless otherwise specified, the American Association of Endodontists and the publisher disclaim any and all responsibility or liability for such material.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the

Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. [More details and an example](#)

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such

a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Reporting clinical trials

Randomized controlled trials should be presented according to the CONSORT guidelines. At manuscript submission, authors must provide the CONSORT checklist accompanied by a flow diagram that illustrates the progress of patients through the trial, including recruitment, enrollment, randomization, withdrawal and completion, and a detailed description of the randomization procedure. The [CONSORT checklist and template flow diagram](#) are available online.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Open access

The Journal of Endodontics supports Open Access. Following acceptance, authors have the option to make their article freely accessible for a fee of \$3,000. Please see the following link to learn more about open access options: <https://www.elsevier.com/about/open-science/open-access>.

Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <https://www.editorialmanager.com/JOE>.

PREPARATION

General Points on Composition

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Structured abstract

A structured abstract, by means of appropriate headings, should provide the context or background for the research and should state its purpose, basic procedures (selection of study subjects or laboratory animals, observational and analytical methods), main findings (giving specific effect sizes and their statistical significance, if possible), and principal conclusions. It should emphasize new and important aspects of the study or observations.

Abstract Headings

Introduction, Methods, Results, Conclusions

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

The authors deny any conflicts of interest related to this study.

Original Research Article Guidelines

Title Page

The title describes the major emphasis of the paper. It must be as short as possible without loss of clarity. Avoid abbreviations in the title because this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (eg, use sodium hypochlorite rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org). Include the manuscript title; the names and affiliations of all authors; and the name, affiliation, and full mailing address (including e-mail) of the corresponding author. This author will be responsible for proofreading page proofs and ordering reprints when applicable. Also highlight the contribution of each author in the cover letter.

Abstract

The Abstract concisely describes the purpose of the study in 250 or fewer words. It must be organized into sections: Introduction, Methods, Results, and Conclusions. The hypothesis is described in the Abstract Introduction. The Abstract describes the new contributions made by this study. The Abstract word limitation and its wide distribution (eg, PubMed) make it challenging to write clearly. This section is written last by many authors. Write the abstract in past tense because the study has been completed. Provide 3-5 keywords.

Introduction

The introduction briefly reviews the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. Clearly describe the purpose of the study, the tested hypothesis, and its scope. Many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals; therefore, do not perform extensive literature review or discuss the results of the study in this section.

Materials and Methods

The Materials and Methods section is intended to permit other investigators to repeat your experiments. There are 4 components to this section: (1) detailed description of the materials used and their components, (2) experimental design, (3) procedures employed, and (4) statistical tests used to analyze the results. Most manuscripts should cite prior studies that used similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. A "methods figure" will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then you must carefully describe the method and include validation experiments. If the study used a commercial product, the manuscript must either state that you followed manufacturer's protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an *in vitro* model to simulate a clinical outcome, describe either experiments made to validate the model or previous literature that proved the clinical relevance of the model. The statistical analysis section must describe which tests were used to analyze which dependent measures; *P* values must be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, dropouts from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.

Results

Only experimental results are appropriate in this section; do not include methods, discussion, or conclusions. Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. All Figures, Charts, and Tables must be cited in the text in numerical order and include a brief description of the major findings. Consider using Supplemental Figures, Tables, or Video clips that will be published online. Supplemental material often is used to provide additional information or control experiments that support the results section (eg, microarray data).

Figures

There are 2 general types of figures: type 1 includes photographs, radiographs, or micrographs; type 2 includes graphs. *Type 1*: Include only essential figures and use composite figures containing several panels of photographs, if possible. Each panel must be clearly identified with a letter (eg, A, B, C), and the parts must be defined in the figure legend. A figure that contains many panels counts as 1 figure. *Type 2*: Graphs (ie, line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). One example is a graph depicting pain scores over time. Use graphs when the overall trend of the results is more important than the exact numeric values of the results. A graph is a convenient way to report that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo-treated group over the first 24 hours,

but pain reported was the same for both groups over the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

Tables

Tables are appropriate when it is critical to present exact numeric values; however, not all results need be placed in either a table or figure. Instead of a simple table, the results could state that there was no inhibition of growth from 0.001%-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03%-3% NaOCl (N=5/group). If the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure.

Acknowledgments

All authors must affirm that they have no financial affiliation (eg, employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultantships, patent licensing arrangements, or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past 3 years. Disclose any potential conflict of interest. Append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Disclose all sources and attribute all grants, contracts, or donations that funded the study. Specific wording: "The authors deny any conflicts of interest related to this study."

References

The reference style can be learned from reading past issues of *JOE*. References are numbered in order of citation. Please use superscripts at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.

Other Article Types and Guidelines

Manuscripts submitted to *JOE* that are not Original Articles must fall into one of the following categories. Abstract limit: 250 words. Note that word limits, listed by type, do not include figure legends or References. If you are not sure whether your manuscript falls within one of the categories listed or if you would like to request pre-approval to submit additional figures, contact the Editor at JEndodontics@uthscsa.edu.

CONSORT Randomized Clinical Trial

Must strictly adhere to the Consolidated Standards of Reporting Trials—CONSORT—minimum guidelines for publication of randomized clinical trials (<http://www.consort-statement.org>). Word limit: 3500. Headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Review Article

Either narrative articles or systemic reviews/meta-analyses. Case Report/Clinical Techniques articles, even when they include an extensive review of the literature, are categorized as Case Report/Clinical Techniques. Word limit: 3500. Headings: Abstract, Introduction, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Clinical Research

Prospective or retrospective studies of patients or patient records, research on biopsies excluding the use of human teeth for technique studies. Word limit: 3500. Headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Basic Research—Biology

Animal or culture studies of biological research on physiology, development, stem cell differentiation, inflammation, or pathology. Primary focus is on biology. Word limit: 2500. Headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Basic Research—Technology

Focus primarily on research related to techniques and materials used, or on potential clinical use, in endodontics. Word limit: 2500. Headings: Abstract, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 3. Maximum number of tables: 3.

Case Report/Clinical Techniques

Reports of an unusual clinical case or use of a cutting edge technology in a clinical case. Word limit: 2500. Headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF) or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) in addition to color reproduction in print. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not allowed in the reference list, but they may be mentioned in the text. Citation of a reference as "in press" implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web References

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references are included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use

reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/journal-of-endodontics>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Indicate references by Arabic numerals in parentheses, numbered in the order in which they appear in the text. *List:* Number the references in the list in the order in which they appear in the text. List 3 authors then et al.

Examples:

Journal article:

1. Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *J Sci Commun.* 2010;163:51–59.

Book:

2. Strunk W Jr, White EB. *The Elements of Style*, 4th ed. New York: Longman; 2000.

Chapter in an edited book:

3. Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, eds. *Introduction to the Electronic Age*. New York: E-Publishing; 2009:281–304.

Journal abbreviations source

Journal names are abbreviated according to Index medicus.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking](#) page.

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. Before submitting your article, you can deposit the relevant datasets to *Mendeley Data*. Please include the DOI of the deposited dataset(s) in your main manuscript file. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals](#) page.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement](#) page.

AFTER ACCEPTANCE

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to the Journal Manager at Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Author Services](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>