



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**VICTOR DE AQUINO WANDERLEY**

**INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO DO DENTE NA DETECÇÃO DE  
FRATURAS RADICULARES VERTICAIS POR MEIO DE  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

**INFLUENCE OF TOOTH ORIENTATION ON THE DETECTION OF  
VERTICAL ROOT FRACTURE IN CONE-BEAM COMPUTED  
TOMOGRAPHY**

**Piracicaba  
2018**

**VICTOR DE AQUINO WANDERLEY**

**INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO DO DENTE NA DETECÇÃO DE FRATURAS  
RADICULARES VERTICAIS POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA  
DE FEIXE CÔNICO**

**INFLUENCE OF TOOTH ORIENTATION ON THE DETECTION OF VERTICAL ROOT  
FRACTURE IN CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Radiologia Odontológica, na área de Radiologia Odontológica.

Dissertation presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Oral Radiology, area of Oral Radiology.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida por Victor de Aquino Wanderley e orientada pelo Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira

**Piracicaba  
2018**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** Não se aplica.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2528-7338>

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
Marilene Girello - CRB 8/6159

W183i Wanderley, Victor de Aquino, 1991-  
Influência da orientação do dente na detecção de fraturas radiculares verticais por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico / Victor de Aquino Wanderley. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Matheus Lima de Oliveira.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Artefatos. 2. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 3. Diagnóstico. 4. Endodontia. 5. Fraturas dos dentes. I. Oliveira, Matheus Lima de, 1984-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

#### Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Influence of tooth orientation on the detection of vertical root fracture in cone-beam computed tomography

**Palavras-chave em inglês:**

Artifacts

Cone-beam computed tomography

Diagnosis

Endodontics

Tooth fractures

**Área de concentração:** Radiologia Odontológica

**Titulação:** Mestre em Radiologia Odontológica

**Banca examinadora:**

Matheus Lima de Oliveira [Orientador]

Frederico Sampaio Neves

Guilherme Monteiro Tosoni

**Data de defesa:** 05-02-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Radiologia Odontológica



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Odontologia de Piracicaba**



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 05 de Fevereiro de 2018, considerou o candidato VICTOR DE AQUINO WANDERLEY aprovado.

PROF. DR. MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA

PROF. DR. FREDERICO SAMPAIO NEVES

PROF. DR. GUILHERME MONTEIRO TOSONI

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, Mary e minha avó, Lauricy  
por todo amor, suporte, exemplos e fonte de inspiração.

Sem vocês nada disso seria possível.

À Natália, pelo amor, companheirismo e incentivo.

Ao seu lado sou uma pessoa mais feliz.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela vida, pela saúde, pela minha família e por me amparar nos momentos difíceis, me dar força para superar as dificuldades, sempre me guiando pelo caminho certo e suprimindo todas as minhas necessidades.

À minha mãe, Mary Help e aos meus dois pais, Carlos Roberto e Severino Junior, pelo seu imenso amor, carinho, dedicação, incentivo e auxílio nas horas difíceis. Tudo o que consegui só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação de vocês.

À minha avó, Lauricy, pelo seu imenso amor, carinho e por sempre cuidar de mim.

Aos meus irmãos, Catarina e Diogo, por estarem sempre me apoiando e incentivando durante todo o mestrado.

À minha namorada, Natália Lobo, por todo o seu amor, confiança, apoio, convívio, conselhos, por compartilhar comigo alegrias, preocupações, conquistas e por tornar a nossa vida a melhor possível.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Prof. Dr. Guilherme Elias Pessanha Henriques, pela oportunidade de fazer parte de uma escola de excelência.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro, de grande importância durante todo o curso do Mestrado.

Ao Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira, meu orientador de mestrado. Agradeço os ensinamentos, atenção, disponibilidade, por todas as oportunidades e pela preocupação na minha evolução como profissional. Um exemplo de dedicação e competência.

Aos professores da área da Radiologia Odontológica, Prof. Dr. Francisco Haiter Neto, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Deborah Queiroz de Freitas França, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Solange Maria de Almeida e ao Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo. Por sempre estarem sempre de portas abertas e por estimularem a ser um excelente profissional na área.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Francisco Haiter Neto, Prof. Dr. Yuri Nejaim e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marina Angelica Marciano da Silva, pelas contribuições prestadas de forma a engrandecer esse trabalho.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciane Farias de Araújo e ao Prof. Dr. João Batista Sobrinho do Nascimento Neto, pelas suas orientações, motivações, apoio e por terem me estimulado a fazer a pós-graduação em Radiologia Odontológica.

Aos amigos do programa de pós-graduação em Radiologia Odontológica, Bernardo Freire, Hugo Gaêta, Larissa Souza, Priscila Lopes, Daniele Caldas, Luciano Cano, Luiz Filipe Nakasone, Nicolly Oliveira, Rocharles Fontenele, Amanda Farias, Amanda Candemil, Carlos Augusto de Souza Lima, Carolina Valadares, Danieli Brasil, Debora Duarte, Eduarda Helena Leandro Do Nascimento, Eliana Dantas, Gustavo Santaella, Gustavo Nascimento, Larissa Lagos, Leonardo Peroni, Liana Matos, Luciana Jácome, Mariana Nadaes, Mariane Michels, Mayra Cristina Yamasaki, Neiandro Galvão, Polyane Mazucatto Queiroz, Tiago Nascimento, Wilson Gustavo Cral, Karla de Farias Vasconcelos, Karla Rovaris, Gina Delia Roque Torres, Thiago Sousa, Thiago Gamba, Anne Caroline Costa Oenning e Monikelly do Nascimento, pelo convívio, aprendizado, apoio, por compartilharem desafios e conquistas durante essa etapa da minha vida.

Aos professores titulares da banca de defesa desta dissertação, Prof. Dr. Frederico Sampaio Neves e o Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni e, os professores suplentes, Prof. Dr. Daniel Rodrigo Herrera Morante e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Milena Bortolotto Felipe Silva por terem aceito prontamente o convite de participação desta etapa.

Aos funcionários da Área de Radiologia Odontológica: Waldeck Ribeiro Moreira, José Fernando Souza Andrade, Luciane Aparecida Duarte Sattolo e Sarah do Amaral Bacchim, pela colaboração e disponibilidade constantes.

## RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência da orientação do longo eixo do dente em relação ao plano de projeção dos raios X na detecção de fratura radicular vertical (FRV) em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) na presença de diferentes materiais intracanal. Trinta dentes humanos unirradiculares foram instrumentados endodonticamente e FRV foi induzida em metade da amostra. Cada raiz foi inserida, individualmente, no alvéolo de um *phantom* constituído por uma mandíbula e crânio humano e imagens tomográficas foram adquiridas utilizando o aparelho de TCFC Picasso Trio operando em 85 kVp, 5 mA, sob um campo de visão (FOV) de 5x5 cm e tamanho de *voxel* 0,2 mm. A aquisição das imagens foi realizada sob duas diferentes orientações do longo eixo da raiz: perpendicular e paralela ao plano de projeção dos raios X. As imagens foram adquiridas com cada raiz sem material obturador, seguido de cone de guta-percha e pino metálico. A dose de radiação em regiões anatômicas específicas foi obtida para as duas orientações. Todas as imagens foram avaliadas por cinco especialistas em radiologia odontológica por meio de reconstruções multiplanares que indicaram a presença ou ausência de fratura por meio de uma escala de cinco pontos. Kappa ponderado, testes de sensibilidade, especificidade, acurácia, valores preditivos positivo e negativo foram calculados., A área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) e os dados da dosimetria para cada orientação da raiz e materiais intracanal foram comparados, respectivamente, com a análise de variância (ANOVA) *two-way* e *one-way* com teste Tukey como *post-hoc* ( $\alpha=0,05$ ). Observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa ( $p\geq 0,05$ ) na detecção de FRV entre as orientações do longo eixo da raiz, independentemente do material endodôntico utilizado. Os valores da área sob a curva ROC foram significativamente menores ( $p<0,05$ ) na presença de guta-percha e pino metálico. A dose de radiação variou em algumas regiões anatômicas em função da orientação da raiz. Em conclusão, a orientação do longo eixo do dente em relação ao plano de projeção dos raios X não influencia na detecção de fratura radicular vertical em TCFC, independentemente do material intracanal utilizado.

Palavras-chave: Artefatos, tomografia computadorizada de feixe cônico, diagnóstico, endodontia, fraturas dos dentes.



## ABSTRACT

The purpose of this study was to assess the influence of tooth orientation in relation to the projection plane of the X-rays in the detection of vertical root fracture (VRF) with different intracanal material in cone-beam computed tomography (CBCT). Thirty single-rooted human teeth were endodontically instrumented and VRF was induced in half of the sample. Each root was placed in the socket of a phantom composed of a dry human skull and mandible and CBCT images were acquired using the CBCT unit Picasso Trio, operating at 85 kVp, 5 mA, a field-of-view (FOV) of 5x5 cm and voxel size 0.2 mm. Image acquisition was performed with the long axis of the root in two orientations: perpendicular and parallel to the projection plane of the X-rays. Each root was scanned without filling material, filled with gutta-percha and metal post. Radiation dose at specific anatomical regions of the phantom were obtained for the two orientations. Five oral radiologists evaluated all images using multiplanar reconstructions and rated the fractures on a 5-point scale. Weighted Kappa, sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative predictive values were calculated. The area under the ROC curve (Az) and the dosimetric outcomes for each root orientation and filling material were compared respectively with two-way and one-way analysis of variance with post-hoc Tukey test ( $\alpha=0.05$ ). There was no significant difference ( $p\geq 0.05$ ) in the detection of VRF between root orientations, regardless of the filling material. Az values were significantly lower ( $p<0.05$ ) in the presence of gutta-percha and metal post. The root orientation varied the absorbed dose at some anatomic regions. The orientation of the tooth in relation to the projection plane of the X-rays does not influence on the detection of VRF in CBCT, irrespective of the intracanal material.

Key-words: Artifacts, cone-beam computed tomography, diagnosis, endodontics, tooth fractures.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2 ARTIGO:</b> Influence of tooth orientation on the detection of vertical root fracture in cone-beam computed tomography	14
<b>3 CONCLUSÃO</b>	31
<b>REFERÊNCIAS</b>	32
<b>APÊNDICE 1 – Metodologia detalhada</b>	36
<b>ANEXO 1 - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa</b>	43

## 1 INTRODUÇÃO

A detecção de fratura radicular vertical (FRV) representa uma das maiores dificuldades tanto para o cirurgião-dentista clínico, quanto para o radiologista, visto que esta não apresenta sinais e sintomas clínicos bem definidos e que, de 11% a 25% dos casos de suspeita da fratura, a exodontia é a conduta adotada (Fuss et al., 1999; Youssefzadeh et al., 1999; Coppens e DeMoor, 2003). A FRV pode envolver ruptura completa ou incompleta da estrutura radicular se estendendo no eixo longitudinal e podendo envolver apenas um ou ambos os lados da raiz (Moule e Kahler, 1999).

A etiologia da FRV é frequentemente associada ao trauma físico, trauma oclusal, hábitos parafuncionais, reabsorção patológica e iatrogenias, tais como sucessivas restaurações, pressão excessiva durante a obturação do canal radicular ou da adaptação deficiente de retentores intrarradiculares (Youssefzadeh et al., 1999; Mora et al., 2007; Kamburoglu et al., 2010).

Além disso, a FRV pode fornecer um caminho viável para a penetração bacteriana com consequente resposta inflamatória seguida pela reabsorção do osso alveolar, mimetizando outras condições, como doença periodontal ou falha no tratamento endodôntico (Moule e Kahler, 1999; Cohen et al., 2006). Por esta razão, a detecção da FRV é importante para evitar danos adicionais aos tecidos periodontais e, também tratamento e custos desnecessários (American Association of Endodontics, 2008). Deste modo torna-se relevante um preciso exame clínico e radiográfico (Pinto et al., 2017).

O exame radiográfico mais utilizado no processo de elaboração do diagnóstico de fraturas radiculares é a radiografia periapical (RP) (Kamburoglu et al., 2009). Esta é adequada para avaliação da coroa e raiz dentária e estruturas adjacentes (Bernardes et al., 2009). Apesar de seu amplo uso, a RP possui limitações, como a sobreposição de estruturas tridimensionais em imagens bidimensionais, dificultando a interpretação das características dos dentes e dos tecidos adjacentes (Durack e Patel, 2012). Como este método pode ser adequado em muitos casos de detecção de fratura, diversos autores sugerem fazer um exame de RP com dois ou três ângulos horizontais diferentes

para confirmar a presença da linha de fratura (Kambungton et al., 2012; Khedmat et al., 2012; da Silveira et al., 2013; Avsever et al., 2014; Brady et al., 2014). Ainda assim, uma outra modalidade de imagem tem demonstrado elevada acurácia na detecção de FRV: a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) (Mora et al., 2007; Hassan et al., 2009; Kamburoglu et al., 2009; Bernardes et al., 2009; Moudi et al., 2014; Wanderley et al., 2017).

Com o advento da TCFC, a sobreposição de estruturas que era observada na RP não ocorre, uma vez que suas imagens são tridimensionais, permitindo a visualização seccional da região de interesse (Scarfe et al., 2006). Entretanto, uma grande desvantagem da TCFC é a formação de artefatos de imagens quando na presença de materiais com alto número atômico, os quais prejudicam a acurácia na detecção de FRV (Melo et al., 2010; Schulze et al., 2011; Pauwels et al., 2013; Neves et al., 2014).

Artefatos de imagens podem ser definidos como um erro ou distorção nos dados reconstruídos que não estão presentes no objeto investigado (Shulze et al., 2011). Uma das fontes de artefatos mais comum é o efeito de endurecimento de feixe ou *Beam hardening* (de Man, 1999, 2000). O efeito de endurecimento do feixe é causado pela acentuada atenuação dos fótons de raios X de menor energia ao atravessar um objeto com elevado número atômico e densidade física, resultando em um aumento médio da energia do feixe e imagens com a característica de estrias escuras e claras (Shulze et al., 2011).

Os artefatos podem ser reduzidos na prática endodôntica, por exemplo, ao utilizar materiais alternativos aos metálicos como retentor intrarradicular. Foi relatado que o diagnóstico de FRV na imagem de TCFC apresentou maior acurácia quando se utiliza retentores de fibra de vidro (84%) em vez de retentores metálicos (67%) (de Rezende Barbosa et al., 2016). O ajuste dos parâmetros de exposição da TCFC para evitar a geração de fótons de baixa energia também é uma possibilidade de reduzir os artefatos (Chindasombatjareon et al., 2011).

Além disso, é importante ressaltar que há uma maior expressividade dos artefatos com a característica de estrias hipodensas e hiperdensas nas reconstruções axiais das imagens de TCFC (Vasconcelos et al., 2014, Esmali

et al., 2012), devido à relação geométrica entre a fonte de radiação e receptor de imagem, no sentido do plano axial (Moon et al., 2008, Zöllner e Neugebauer, 2008, Schulze et al., 2010). Diante disso, o objetivo com o presente estudo foi avaliar a influência da orientação do eixo longitudinal do dente em relação ao plano de projeção de raios X na detecção de FRV na presença de diferentes materiais intracanal em imagens de TCFC.

## 2 ARTIGO

Influence of tooth orientation on the detection of vertical root fracture in cone-beam computed tomography

Esse artigo foi submetido à apreciação, visando a publicação, ao periódico Journal of Endodontics, considerado Qualis A1 pela CAPES. A estruturação do artigo baseou-se nas “Instruções aos autores” preconizadas pela editora do periódico.

### **Influence of tooth orientation on the detection of vertical root fracture in cone-beam computed tomography**

Victor Aquino Wanderley, DDS <sup>a</sup>

Deborah Queiroz Freitas, DDS, MS, PhD <sup>a</sup>

Francisco Haiter-Neto, DDS, MS, PhD <sup>a</sup>

Matheus Lima Oliveira DDS, MS, PhD <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Division of Oral Radiology, Department of Oral Diagnosis, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.

Basic Research – Technology

Corresponding author: Victor Aquino Wanderley

University of Campinas, Piracicaba Dental School, Department of Oral Diagnosis, Division of Oral Radiology. Av. Limeira, 901, Zip Code 13414-903, Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

Phone: +55 (19) 2106-5327

E-mail: victoraquinow@gmail.com

### **Statement of Clinical Relevance**

Because of inherent geometric factors, important artifacts in cone-beam computed tomography are more prominent along the longitudinal axis of the tooth. Despite this, root fracture detection remains a challenging diagnostic task in the presence of metallic filling even when the tooth is scanned in a different spatial orientation.

### **Highlights**

- Tooth orientation does not influence on the detection of vertical root fracture in cone-beam computed tomography;
- Highly dense objects of high atomic number impairs the detection of root fracture;
- Patient positioning for CBCT scanning may affect the absorbed dose of different anatomic regions.

## **Influence of tooth orientation on the detection of vertical root fracture in cone-beam computed tomography**

### **Abstract**

**Introduction:** To assess the influence of tooth orientation in relation to the projection plane of the X-rays on the detection of vertical root fracture (VRF) with different filling materials in cone-beam computed tomography (CBCT).

**Methods:** Thirty single-rooted human teeth were endodontically instrumented and VRF was induced in half of the sample. The roots were individually placed in a phantom composed of a dry human skull and mandible and CBCT images were obtained of each root with the longitudinal axis in two orientations: perpendicular and parallel to projection plane of the X-rays. Each root was scanned without filling material, filled with gutta-percha and metal post. Radiation dose at specific anatomical regions of the phantom were obtained for the two orientations. Five radiologists evaluated all images and rated the fractures on a 5-point scale. The sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative predictive values were calculated. The area under the ROC curve and the dosimetric outcomes for each root orientation and filling material were compared respectively with two-way and one-way analysis of variance with post-hoc Tukey test ( $\alpha=0.05$ ).

**Results:** There was no significantly difference ( $p \geq 0.05$ ) in the detection of VRF between root orientations, regardless of the filling material. Az values were significantly lower ( $p < 0.05$ ) in the presence of gutta-percha and metal post. The root orientation varied the absorbed dose at some anatomic regions.

**Conclusion:** The orientation of the tooth in relation to the projection plane of the X-rays does not influence on the detection of VRF in CBCT, irrespective of the intracanal material.

Key-words: Artifacts; cone-beam computed tomography; diagnosis; endodontics; tooth fractures.



## Introduction

The diagnosis of vertical root fracture (VRF) is a challenging task, since traditional techniques of transillumination, bite test, periodontal probing and periapical radiography do not present high sensitivity (1,2). An accurate diagnosis prevents additional damage to the periodontal tissues, unnecessary treatment and costs (3). Thus, a precise clinical and radiographic examination becomes relevant (4).

A radiographic modality that has been used in the diagnosis of VRF is cone-beam computed tomography (CBCT) (1,2, 5-8). With the advent of CBCT, the overlap of structures that is observed in plain radiography does not occur because CBCT images are three-dimensional and allows for the sectional view of a region of interest (9). Nevertheless, a major disadvantage of CBCT is the formation of image artifacts in the presence of materials of high atomic number and density, e.g. metallic objects, which can compromise the image quality. As VRF is mostly present in endodontically treated teeth, the occurrence of artifacts in suspected cases impairs the diagnostic accuracy (10–13).

Image artifacts can be defined as an error or distortion in the reconstructed data that is not present in the investigated object (12). One of the most common sources of artifacts is the beam hardening effect (14,15), which results in hypodense (dark) streaks and is caused by the absorption of low energy X-ray photons when interacting with highly dense objects of high atomic number, and consequent increase in the mean energy of the X-ray beam (12).

This type of artifact has been noted to be more prominent along the longitudinal axis of the tooth (axial reconstruction), which is the projection plane of the X-rays, due to the geometric relationship between the radiation source and image receptor (16,17,18). Therefore, the aim of this study was to assess the influence of tooth orientation in relation to the projection plane of the X-rays on the detection of VRF with different intracanal materials in CBCT.

## Material and Methods

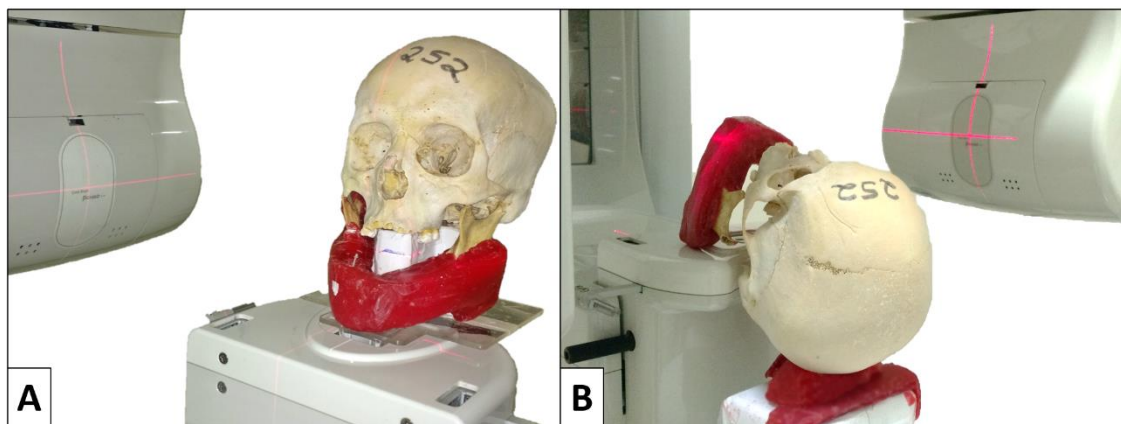
The present study was designed according to the local institutional research ethics committee and carried out after its approval (CAAE 57793316.4.0000.5418).

Thirty single-rooted human teeth were clinically and radiographically evaluated to confirm the absence of an open apex, dilaceration, supernumerary root, pulp calcifications, or internal and/or external root resorption. Only single-rooted teeth were used to better standardize the sample and prevent important anatomical discrepancy.

In an endeavor to eliminate the bias of coronary fracture identification at a later stage, all dental crowns were sectioned with a diamond saw (Isomet 1000<sup>®</sup>, Buehler Ltd, Illinois, USA). The root canals were instrumented with Mtwo NiTi rotary system (VDW, Munich, Germany) and irrigated with distilled water. The full length of the root canal was instrumented in sequence using nickel–titanium instruments and two thirds were prepared for posts (Exacto; Angelus, Londrina, Brazil) with low-speed bur (Largo no. 2). The Mtwo rotary file (VDW) consisted of 4 nickel–titanium instruments with different tip diameters and tapers (30.05, 35.04, 40.04 and 25.07).

Each root was temporarily fixed in an acrylic resin block of 25 mm in height with a hole of 10 mm in diameter. An Instron machine (Instron Corporation, Canton, USA) induced VRF in half of the sample by introducing a conical metal tip in the canal opening, applying a 500 N load cell at a cross-speed of 1 mm/min and stopping automatically when the fracture occurred to prevent fragment displacement. All fractured roots were inspected by means of transillumination to confirm the presence of a vertical fracture line. The roots were individually placed in a radiographic phantom composed of a dry adult human skull and mandible. The socket of the lower right first premolar was enlarged with a cylindrical bur to achieve passive fit with all roots. The mandible was covered with a 10-mm-thick layer of utility wax on the lingual and buccal cortical plates to simulate soft tissue (19).

CBCT scans were obtained using the Picasso Trio unit (Vatech, Gyeonggi-Do, Republic of Korea) operating at 85 kVp, 5 mA, voxel size of 0.2 mm, with the roots centered in a field-of-view (FOV) of 5x5 cm and the longitudinal axis in two orientations: perpendicular and parallel to the horizontal plane (Fig. 1). The perpendicular orientation represented the standard patient positioning and the parallel orientation represented a patient with the head tilted 90 degrees backwards. Additionally, the roots were scanned without filling material, filled with gutta-percha (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) and metal post (cobalt-chromium alloy). Both filling materials were carefully placed without moving the root in the socket to maintain the same position.



**Figure 1.** Phantom positioning to promote two orientations of the longitudinal axis of the root in relation to the projection plane of the X-rays: perpendicular (A) and parallel (B).

Five oral radiologists with over two years of experience in CBCT evaluated all images in a low-light environment with a 24.1-inch flatscreen monitor with 1920 x 1080-pixel resolution (MDRC-2124, Barco N.V., Kortrijk, Belgium) and using the On Demand 3D (Cybermed Inc., California, USA) software. The images were analyzed dynamically – axial, coronal, sagittal and cross-sectional reconstructions – with the possibility of adjusting brightness, contrast, zoom and rotation settings. The observers rated the fractures on a 5-point scale, as follows: 1, definitely absent; 2, probably absent; 3, uncertain; 4, probably present; and 5, definitely present. After 30 days, 25% of the sample was reevaluated to test intraobserver reproducibility.

Considering that patient positioning affects radiation exposure of different organs, an anthropomorphic tissue-equivalent head and neck phantom was used to evaluate the absorbed doses on the skin surface according to the different orientation of the longitudinal axis of the root. A total of 30 (ten sets of three) calibrated thermoluminescent dosimeters (TLD; TLD-100 LiF:Mg, Ti, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, USA) were placed on the surface of the phantom at anatomic regions corresponding to the thyroid, eye lens (right and left), parotid glands (right and left), sublingual glands (right and left), submandibular glands (right and left) and cranial vertex (20). The anthropomorphic phantom was positioned in the CBCT unit in the same way as the imaging phantom and, for each orientation (perpendicular and parallel), three consecutive scans were performed without changing the TLDs because the small amount of radiation released by a single CBCT scan would not be sufficient to produce measurable values. A set of three TLDs was kept out of the examination room to measure the average background radiation. All dosimeters were read with a thermoluminescent reader (Harshaw Thermoluminescent Scanner, Model 2000, Thermo Fisher Scientific Inc.). The background radiation was subtracted from the results, which were divided by three (number of repeated exposures). Values obtained for each anatomic region were expressed in milligray (mGy) and tabulated. After 30 days, this procedure was repeated with new dosimeters to assess reproducibility.

Statistical analysis was performed using SPSS Statistics 22 (IBM Corporation, Armonk, USA). Weighted kappa was used to assess intra- and interobserver agreement, considering the following level of agreement: less than 0.40, poor; 0.40–0.59, moderate; 0.60–0.74, good; and 0.75–1.00, excellent (21). The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value were calculated. Two-way analysis of variance (ANOVA) with post-hoc Tukey test was used to compare the area under the receiver operating characteristic (ROC) curve (Az values, i.e., the ability of the test to correctly identify those with and without root fracture) for each root orientation and filling material, and the one-way ANOVA with post-hoc Tukey test was used to compare dosimetric outcomes between root orientations. The null hypothesis was that no significant differences in the detection of VRF would be identified between both

tooth orientations. Intraclass correlation coefficient (ICC) was performed to test the reproducibility of dosimetry. The significance level was set at 5% ( $\alpha=0.05$ ).

## Results

As shown in Table 1, intraobserver agreement without filling material and in the presence of gutta-percha ranged from moderate to excellent for both tooth orientations, and, in the presence of metal post, ranged from poor to good in perpendicular orientation and from poor to excellent in parallel orientation. The interobserver agreement without filling material in perpendicular orientation ranged from poor to excellent and, in parallel orientation, ranged from moderate to excellent. The presence of gutta-percha and metal post ranged from poor to moderate interobserver agreement for both tooth orientations.

**Table 1.** Intra- and interobserver agreement in the detection of VRF for different root orientations and filling materials.

Observer		Root Orientation									
		Perpendicular					Parallel				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
No filling	1	1.00	0.65	0.49	0.50	0.76	1.00	0.71	0.60	0.66	0.76
	2		1.00	0.73	0.37	0.79		0.90	0.60	0.49	0.63
	3			0.50	0.46	0.67			0.67	0.67	0.73
	4				0.72	0.45				0.57	0.65
	5					0.76					0.80
Gutta-Percha	1	0.75	0.60	0.23	0.40	0.42	0.80	0.10	0.16	0.47	0.52
	2		0.65	0.18	0.48	0.24		0.59	0.25	0.01	0.46
	3			0.40	0.34	0.14			0.71	0.24	0.31
	4				0.75	0.21				0.57	0.24
	5					0.72					0.78
Metal Post	1	0.00	0.04	0.35	0.45	0.11	0.16	0.40	0.24	0.40	0.32
	2		0.46	0.06	0.36	0.05		0.52	0.00	0.26	0.30
	3			0.00	0.32	0.08			0.80	0.30	0.34
	4				0.50	0.01				0.44	0.46
	5					0.62					0.40

Table 2 summarizes the diagnostic values and area under the ROC curve (Az) for VRF detection with different filling materials and root orientations. The diagnostic values were similar in both root orientations; however, the parallel

orientation showed slightly lower specificity and accuracy in relation to the perpendicular orientation. The Az values did not differ significantly ( $p \geq 0.05$ ) between root orientations for any filling condition, were significantly higher ( $p < 0.05$ ) in the absence of filling material, and did not differ significantly ( $p \geq 0.05$ ) between gutta-percha and metal post.

**Table 2.** Sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and area under the ROC curve (Az) for different root orientations and filling materials in the detection of VRF.

	Root orientation	Sensitivity	Specificity	Accuracy	PPV	NPV	Az
<b>No filling</b>	<b>Perpendicular</b>	76.0	94.7	85.3	93.4	79.8	0.86 Aa
	<b>Parallel</b>	78.7	89.3	84.0	88.1	80.7	0.86 Aa
<b>Gutta-percha</b>	<b>Perpendicular</b>	56.0	69.3	62.7	64.6	61.2	0.65 Ab
	<b>Parallel</b>	55.4	59.2	57.3	56.9	57.7	0.62 Ab
<b>Metal post</b>	<b>Perpendicular</b>	50.0	61.5	56.0	54.5	57.1	0.58 Ab
	<b>Parallel</b>	55.4	50.0	52.7	52.0	53.5	0.57 Ab

Different letters (uppercase between root orientations and lowercase between filling conditions) indicate significantly difference ( $p < 0.05$ ).

The absorbed doses on the skin surface at each anatomic region of the phantom under the two orientations are shown in table 3. The parallel orientation significantly increased ( $p < 0.05$ ) the dose on anatomic regions such as the thyroid and cranial vertex, and significantly decreased ( $p < 0.05$ ) the dose on the eye lens and parotid glands ( $p < 0.05$ ). No statistically significant difference ( $p \geq 0.05$ ) was observed between perpendicular and parallel orientations in the regions of the parotid and submandibular glands. The dosimetric outcomes showed an excellent reproducibility (ICC = 0.94).

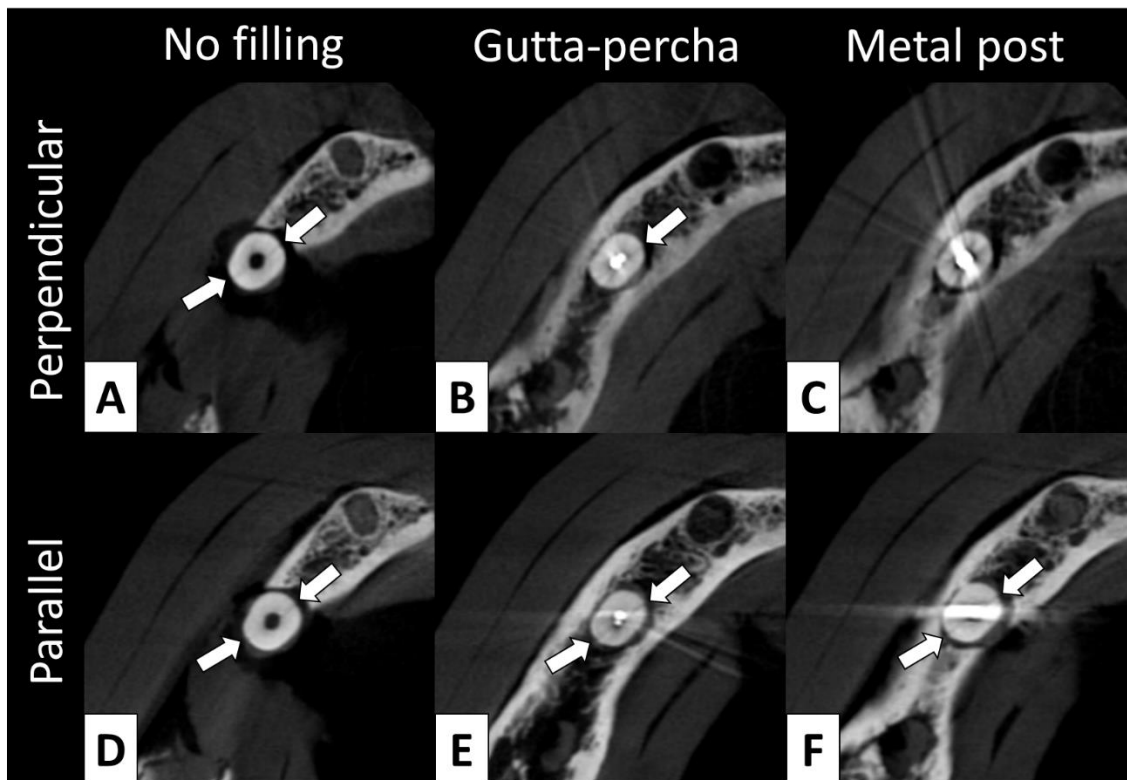
**Table 3.** Absorbed doses (mGy) on the skin surface ( $\pm$  standard deviation) of different anatomic regions, according to the root orientation.

Anatomic regions	Root orientation	
	Perpendicular	Parallel
Thyroid	0.51 ( $\pm$ 0.29) b	1.76 ( $\pm$ 0.21) a
Eye lens <sup>‡</sup>	1.10 ( $\pm$ 0.18) a	0.51 ( $\pm$ 0.10) b
Parotid glands <sup>‡</sup>	10.24 ( $\pm$ 1.31) a	8.22 ( $\pm$ 1.10) b
Sublingual glands <sup>‡</sup>	16.45 ( $\pm$ 5.10) a	9.39 ( $\pm$ 4.90) a
Submandibular glands <sup>‡</sup>	7.57 ( $\pm$ 3.68) a	9.11 ( $\pm$ 1.92) a
Cranial vertex	0.01 ( $\pm$ 0.01) b	0.41 ( $\pm$ 0.10) a

<sup>‡</sup> Sum of the doses registered on the right and left sides.

Different letters in the same row indicate significantly difference ( $p < 0.05$ ).

Figure 2 shows a case in which the parallel orientation facilitated the detection of VRF because the line of fracture was outside the artifact range.



**Figure 2.** CBCT reconstructions of the phantom with the longitudinal axis of the root differently oriented in relation to the projection plane of the X-rays: perpendicular (A, B and C) and parallel (D, E and F); and at different filling conditions: no filling material (A and D), gutta-percha (B and E) and metal post (C and F). The arrows indicate the actual line of fracture where observed.

## Discussion

The detection of VRF by using CBCT remains a controversial subject in the scientific literature. In general, this diagnosis is more accurate when associating clinical and radiographic signs (8,22,23) and, because CBCT provides three-dimensional images, valuable additional information is expected. However, there is no agreement on the accuracy of CBCT in the detection of VRFs, especially in endodontically treated teeth (24,25).

Since the formation of artifacts in the presence of intracanal materials is more prominent along the longitudinal axis of the tooth, which is the projection plane of the X-rays plane (axial reconstruction), some could expect that scanning the tooth in a parallel orientation to the X-rays plane would favor the diagnosis of VRF. As shown in figure 2, the parallel orientation presented the artifacts as a horizontal band, differing from the perpendicular orientation with streaks in all directions from the filling material. Nevertheless, even in the parallel orientation, there was no possibility to visualize the fracture when it was located in the artifact range. Importantly, in this study, the roots were randomly positioned in the dental socket to avoid research bias, but a careful review of all CBCT images revealed that 53.3% of the fractures were probably positioned outside the artifact range when the root was in a parallel orientation to the projection plane of the X-rays, and 46.7% of the fractures were within the artifact range. We strongly believe that if most of the fractures had been outside the artifact range, the diagnosis accuracy would have been increased.

Changing the patient's position to promote a parallel orientation of the longitudinal axis of the tooth may cause important discomfort. Even so, this positioning could be indicated, if the diagnosis of VRF was improved, which was not the case in this study. In fact, some radiographic techniques such as the submentovertex and, eventually, the mandibular occlusal projection use the hyperextension of the neck for the benefit of the diagnosis. Nevertheless, the acquisition time in CBCT is higher than in these radiographic techniques, favoring the occurrence motion artifacts. Some may consider as an alternative to discomfort, the use of a CBCT unit that allows for supine positioning of the patient. However, either seated or supine, the projection of the X-ray beam in relation to



the image receptor would remain unchanged, since the patient and the CBCT device have the same geometric configuration.

A technical parameter of CBCT that has demonstrated to positively influence on the detection of VRFs is the increase of spatial resolution, with a consequent reduction of voxel size (5,26,27). Recent studies conducted by Abdinian et al. (28) and Elsaltani et al. (29) made use of a 0.2 mm voxel size and, similarly to what was found in the present study, diagnostic values were reduced in the presence of filling material. However, as observed, regardless of the orientation of the longitudinal axis of the root, there was no statistically significant difference in the diagnosis of VRF.

In addition, because of the presence of imaging artifacts in CBCT, the detection of VRF of endodontically treated teeth remains a challenge (30,31). In the present study, it was observed that Az values were higher in the absence of filling material when compared to gutta-percha and metal post, regardless of the orientation of the longitudinal axis of the root. This finding is in accordance with that obtained by Mora et al (32), Hassan et al (1) and Kamburoglu et al. (7), although in all these cases the teeth were positioned with the longitudinal axis perpendicular to the projection plane of the X-rays.

Considering that this study evaluated root fractures, the current methodology followed the recommendations of the SEDENTEX CT project (33) and made use of a small FOV (5x5 cm). We believe that the variation of absorbed dose in the anatomic regions observed between both orientations must have occurred due to their position in relation to the X-ray beam. Although the cranial vertex is not considered a sensitive anatomic region, this increase in the absorbed dose is an important evidence of how much positioning can affect the radiation dose delivered to distant structures even from a very limited FOV.

This being an *in vitro* study, inherent limitations should be considered, such as the absence of clinical and associated radiological parameters, which are important factors in the diagnosis of root fractures (27,31,34). Further studies including multi-rooted teeth, different endodontic materials and spatial resolutions, with additional CBCT units are recommended.

In conclusion, the orientation of the longitudinal axis of the tooth in relation to the projection plane of the X-rays does not influence on the detection of VRF in CBCT images, irrespective of the intracanal material.

## REFERENCES

1. Hassan B; Metska ME.; Ozok A.R.; Stelt PVD; Wesselink PR.; Detection of Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth by a Cone Beam Computed Tomography. *J Endod* 2009; 35:719-22
2. Mora MA; Mol A; Tyndall DA; Rivera EM; Hill C; In Vitro Assessment of Local Computed Tomography for Detection of Longitudinal Tooth Fractures. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103: 825-29.
3. American Association of Endodontics. Cracking the cracked tooth code: detection and treatment of various longitudinal tooth fractures; 2008. Available at: <http://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/ecfesum08.pdf> . Accessed Jan 3, 2017.
4. Pinto MG, Rabelo KA, Sousa Melo SL, et al. Influence of exposure parameters on the detection of simulated root fractures in the presence of various intracanal materials. *Int Endod J* 2017; 50: 586–94.
5. Wanderley VA, Neves FS, Nascimento MCC, Monteiro GQM, Lobo NS, Oliveira ML, Nascimento Neto JBS, Araujo LF. Detection of incomplete Root Fractures in Endodontically Treated Teeth Using Different High-resolution Cone-beam Computed Tomographic Imaging Protocols. *J Endod* 2017; 43:1720-1724.
6. Moudi E, Haghanifar S, Madani Z, Bijani A, Nabavi ZS. The effect of metal artifacts on the identification of vertical root fractures using different fields of view in cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent* 2015; 45:147-151.
7. Kamburoglu K; Cebeci AR; Grongahl HG; Effectiveness of Limited Cone-beam Computed Tomography in the Detection of Horizontal Root Fracture. *Dental Traumatology* 2009; 25: 256-61.
8. Bernardes RA; Moraes IG; Duarte AH; Azevedo BC; Azevedo JR; Bramante CM; Use of Cone-beam Volumetric Tomography in the Diagnosis of Root Fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108: 270-77

9. Scarfe, W.C.; Farman, A.G.; Sukovic, P.; Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *J Can Dent Assoc* 2006; 72: 75-80.
10. Neves FS, Freitas DQ, Campos PSF, Ekestubbe A, Lofthag-Hansen S. Evaluation of Cone-beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures: the influence of imaging modes and root canal materials. *Journal of Endodontics* 2014; 40: 1530-36
11. Pauwels R, Stamatakis H, Bosmans H, Bogaerts R, Jacobs R, Horner K, Tsiklakis K. Quantification of metal artifacts on cone beam computed tomography images. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24: 94-9
12. Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40: 265–73.
13. Melo SLS, Haiter-Neto F, Correa LR, Scarfe WC, Farman AG. Comparative diagnostic yield of cone beam CT reconstruction using various software programs on the detection of vertical root fractures. *Dentomaxillofac Radiol* 2013; 42: 20120459.
14. de Man B. Metal streak artefacts in X-ray computed tomography: a simulation study. *IEEE Trans Nuc Sci* 1999; 46: 691–696.
15. de Man B. Reduction of metal streak artefacts in X-ray computed tomography using a transmission maximum a posteriori algorithm. *IEEE Trans Nuclear Sci* 2000; 47: 977–981.
16. Vasconcelos KF, Nicolielo LF, Nascimento MC, Haiter-Neto F, Bóscolo FN, Van Dessel J, EzEldeen M, Lambrichts I, Jacobs R. Artefact expression associated with several cone-beam computed tomographic machines when imaging root filled teeth. *Int Endod J* 2015; 48:994-1000.
17. Esmaeili F, Johari M, Haddadi P, Vatankhah M. Beam Hardening Artifacts: Comparison between Two Cone Beam Computed Tomography Scanners. *J Dent Res DentClin Dent Prospects*. 2012; 6(2):49-53.
18. Moon SG, Hong SH, Choi JY et al. Metal artefact reduction by the alteration of technical factors in multidetector computed tomography: a 3-dimensional quantitative assessment. *Journal of Computer Assisted Tomography*. 2008. 32, 630–3.

19. Caldas M de P, Ramos-Perez FM, de Almeida SM, Haiter-Neto F. Comparative evaluation among different materials to replace soft tissue in oral radiology studies. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18:264-7.
20. Nejaim Y, Silva AI, Brasil DM, Vasconcelos KF, Haiter Neto F, Boscolo FN. Efficacy of lead foil for reducing doses in the head and neck: a simulation study using digital intraoral systems. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44; 20150065
21. Cicchetti D V. Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychol Assess.* 1994;6:284–90.
22. Kajan ZD, Taromsari M. Value of cone beam CT in detection of dental root fractures. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:3–10.
23. Edlund M, Nair MK, Nair UP. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: A clinical study. *J Endod* 2011;37:768–72.
24. Chang E, Lam E, Shah P, Azarpazhooh A. Cone-beam Computed Tomography for Detecting Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review. *J Endod* 2016;42:177–85.
25. Talwar S, Utneja S, Nawal RR, Kaushik A, Srivastava D, Oberoy SS. Role of Cone-beam Computed Tomography in Diagnosis of Vertical Root Fractures: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* 2016;42:12–24.
26. Menezes RF de, Araújo NC de, Santa Rosa JMC, Carneiro VSM, Santos Neto AP Dos, Costa V, et al. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth in the absence and in the presence of metal post by cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health* 2016;16:48.
27. Wenzel A, Haiter-Neto F, Frydenberg M, Kirkevang LL. Variable-resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* 2009;108:939–45.
28. Abdinian M, Razavian H, Jenabi N. In Vitro Comparison of Cone Beam Computed Tomography with Digital Periapical Radiography for Detection

- of Vertical Root Fracture in Posterior Teeth. *J Dent (Shiraz)* 2016 Jun; 17:84-90.
29. Elsaltani MH, Farid MM, Eldin Ashmawy MS. Detection of Simulated Vertical Root Fractures: Which Cone-beam Computed Tomographic System Is the Most Accurate? *J Endod* 2016; 42:972-7.
30. Gaêta-Araujo H, Silva de Souza GQ, Freitas DQ, de Oliveira-Santos C. Optimization of Tube Current in Cone-beam Computed Tomography for the Detection of Vertical Root Fractures with Different Intracanal Materials. *J Endod* 2017 Oct; 43:1668-1673.
31. Bechara B, McMahan CA, Nasseh I, Geha H, Hayek E, Khawam G, et al. Number of basis images effect on detection of root fractures in endodontically treated teeth using a cone beam computed tomography machine: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;115:676–81
32. Mora MA; Mol A; Tyndall DA; Rivera EM; Effect of the number of basis images on the detection of longitudinal tooth fractures using local computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2007, 36: 382-86
33. Sedentexct. Radiation Protection 172. Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology: Evidence-based Guidelines. Available at: [http://www.sedentexct.eu/files/radiation\\_protection\\_172.pdf](http://www.sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf). Accessed January 3, 2017.
34. Kositbowornchai S, Nuansakul R, Sikram S, Sinahawattana S, Saengmontri S. Root fracture detection: a comparison of direct digital radiography with conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30:106–9.

### **3 CONCLUSÃO**

A orientação do longo eixo do dente em relação ao plano de projeção dos raios X não influencia na detecção de fratura radicular vertical em tomografia computadorizada de feixe cônico, independentemente do material intracanal utilizado.

## REFERÊNCIAS\*

Al-Okshi A, Lindh C, Salé H, Gunnarsson M, Rohlin M. Effective dose of cone beam CT (CBCT) of the facial skeleton: a systematic review. *Br J Radiol*. 2015 Jan;88(1045)

American Association of Endodontics. Cracking the cracked tooth code: detection and treatment of various longitudinal tooth fractures; 2008. Disponível: <http://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/ecfesum08.pdf>  
Acesso em Jan 3, 2017.

Avsever H, Gunduz K, Orhan K, Uzun İ, Ozmen B, Egrioglu E, Midilli M. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of horizontal root fractures: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2014 Jan;18(1):285–92.

Bernardes RA, Moraes IG, Duarte AH, Azevedo BC, Azevedo JR, Bramante CM; Use of Cone-beam Volumetric Tomography in the Diagnosis of Root Fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009 Aug; 108 (2): 270-77

Brady E, Mannocci F, Brown J, Wilson R, Patel S. A comparison of cone beam computed tomography and periapical radiography for the detection of vertical root fractures in nonendodontically treated teeth. *Int Endod J*. 2014 Aug;47(8):735–46.

Chindasombatjareon J, Kakimoto N, Murakami S, Maeda Y, Furukawa S. Quantitative analysis of metallic artefacts caused by dental metals: comparison of cone-beam and multi-detector row CT scanners. *Oral Radiology*. 2011 27, 114–20.

Cohen S, Berman LH, Blanco L, et al. A demographic analysis of vertical root fractures. *J Endod* 2006 Dec;32 (12):1160–3.

Coppens CRM, DeMoor RJG. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *Int Endod J* 2003 Mar; 36:926.

\* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors – Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.



da Silveira PF, Vizzotto MB, Liedke GS, da Silveira HLD, Montagner F, da Silveira HED. Detection of vertical root fractures by conventional radiographic examination and cone beam computed tomography - an in vitro analysis. *Dent Traumatol.* 2013 Feb;29(1):41–6.

de Man B. Metal streak artefacts in X-ray computed tomography: a simulation study. *IEEE Trans Nuc Sci* 1999 Jun; 46: 691–696.

de Man B. Reduction of metal streak artefacts in X-ray computed tomography using a transmission maximum a posteriori algorithm. *IEEE Trans Nuclear Sci* 2000 Jun; 47: 977–981.

Durack C, Patel S. Cone Beam Computed Tomography of Endodontics. *Braz Dent J.* 2012; 23 (3) 179-191, 2012

Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2006. 130, 257–65.

Fuss Z, Lustig J, Tamse A. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *Int Endod J,* 1999 Aug; 32 (4): 283-86.

Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Stelt PVD, Wesselink PR. Detection of Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth by a Cone Beam Computed Tomography. *J Endod,* 2009 May; 35 (5):719-22.

Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Stelt PVD, Wesselink PR. Comparison of Five Cone Beam Computed Tomography Systems for the Detection of Vertical Root Fractures. *J Endod.* 2010 Jan; 36 (1): 126-9.

Jones D, Mannocci F, Andiappan M, Brown J, Patel S. The effect of alteration of the exposure parameters of a cone-beam computed tomographic scan on the diagnosis of simulated horizontal root fractures. *Journal of Endodontics.* 2015 Apr; 41 (4): 520–5.

Kambungton J, Janhom A, Prapayasadok S, Pongsiriwet S. Assessment of vertical root fractures using three imaging modalities: cone beam CT, intraoral digital radiography and film. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2012 Feb;41(2):91–5.

Kamburoglu K, Cebeci ARI, Grongahl HG. Effectiveness of Limited Cone-beam Computed Tomography in the Detection of Horizontal Root Fracture. *Dental Traumatology*, 2009 Jun; 25 (3): 256-61.

Kamburoglu K, Murat S, Yüksel SP, Cebeci AR, Horasan S. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010 Feb; 109 (2): 74–81.

Khedmat S, Rouhi N, Drage N, Shokouhinejad N, Nekoofar MH. Evaluation of three imaging techniques for the detection of vertical root fractures in the absence and presence of gutta-percha root fillings. *Int Endod J*. 2012 Nov;45(11):1004–9.

Melo SL, Bortoluzzi EA, Abreu M, et al. Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. *J Endod*. 2010 Nov; 36 (11):1879–82.

Moon SG, Hong SH, Choi JY et al. Metal artefact reduction by the alteration of technical factors in multidetector computed tomography: a 3 dimensional quantitative assessment. *Journal of Computer Assisted Tomography*. 2008. 32, 630–3.

Mora MA, Mol A, Tyndall DA, Rivera EM, Hill C. In Vitro Assessment of Local Computed Tomography for Detection of Longitudinal Tooth Fractures. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod*, 2007 Jun;103 (6): 825-29.

Moudi E, Haghanifar S, Madani Z, Bijani A, Nabavi ZS. The effect of metal artifacts on the identification of vertical root fractures using different fields of view in cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent*. 2015 Sep; 45 (3):147-151.

Moule AJ, Kahler B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. *Aust Dent J* 1999 Jun; 44 (2):75–87.

Neves FS, Freitas DQ, Campos PSF, Ekestubbe A, Lofthag-Hansen S. Evaluation of Cone-beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures: the influence of imaging modes and root canal materials. *Journal of Endodontics* 2014 Oct; 40 (10): 1530-36

Pauwels R, Stamatakis H, Bosmans H, Bogaerts R, Jacobs R, Horner K, Tsiklakis K. Quantification of metal artifacts on cone beam computed tomography images. *Clin Oral Implants Res*, 2013 Aug; 24: 94-9

Pinto MG, Rabelo KA, Sousa Melo SL, Campos PSF, Oliveira LSAF, Bento PM, Melo DP. Influence of exposure parameters on the detection of simulated root fractures in the presence of various intracanal materials. *Int Endod J*. 2017 Jun; 50 (6): 586–94.

Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *J Can Dent Assoc*. 2006 Feb; 72 (1): 75-80.

Schulze RK, Berndt D, d'Hoedt B. On cone-beam computed tomography artefacts induced by titanium implants. *Clinical Oral Implants Research*. 2010 Jan; 21 (1): 100–7.

Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol* 2011 Jul;40(5):265-73.

Vasconcelos KF, Nicolielo LF, Nascimento MC, Haiter-Neto F, Bóscolo FN, Van Dessel J, EzEldeen M, Lambrichts I, Jacobs R. Artefact expression associated with several cone-beam computed tomographic machines when imaging root filled teeth. *Int Endod J* 2015;48(10):994-1000.

Wanderley VA, Neves FS, Nascimento MCC, Monteiro GQM, Lobo NS, Oliveira ML, Nascimento Neto JBS, Araujo LF. Detection of Incomplete Root Fractures in Endodontically treated Teeth Using Different High-resolution Cone-beam Computed Tomographic Imaging Protocols. *J Endod*. 2017 Oct;43(10):1720-4.

Youssefzadeh S, Gahleitner A, Dorffner R, Bernhart T, Kainberger FM. Dental vertical root fractures: value of CT in detection. *Radiology*. 1999 Feb; 210 (2): 545-49

Zöllner JE, Neugebauer J *Fundamentals, diagnostics and treatment planning. Cone-beam volumetric imaging in dental, oral and maxillofacial medicine*, 1st edn. London, UK: Quintessence, 2008. 27–35.

## **APÊNDICE 1 – Metodologia detalhada**

### **Aspectos éticos**

O presente estudo foi elaborado de acordo com o comitê de ética em pesquisa local e realizado após sua aprovação sob o número de protocolo: CAAE 57793316.4.0000.5418.

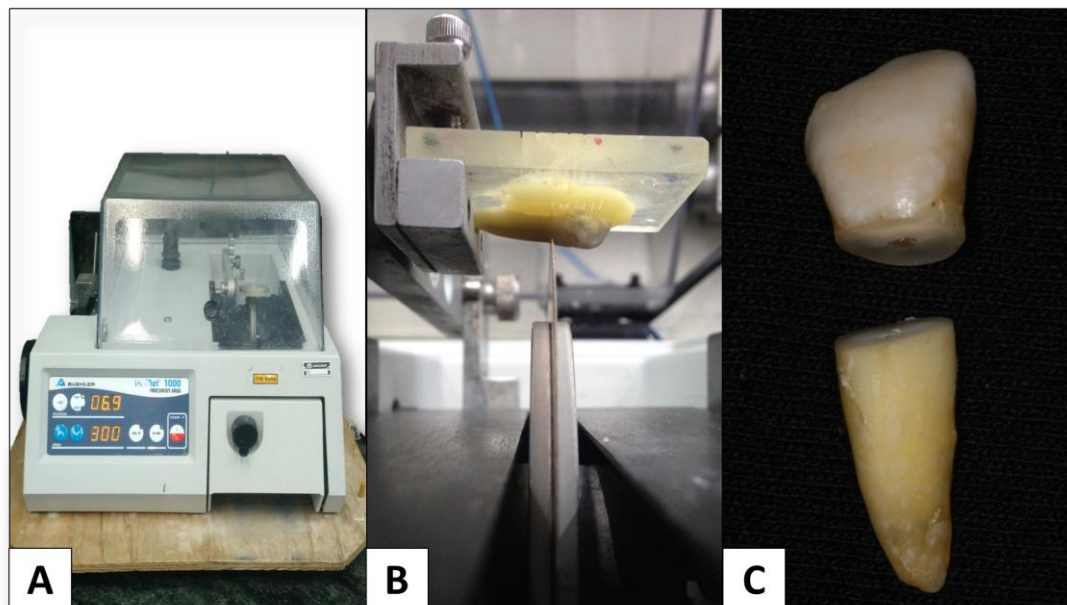
### **Seleção da amostra**

A amostra foi composta por trinta dentes unirradiculares extraídos de seres humanos adultos, com devida indicação clínica, os quais foram avaliados clinicamente e radiograficamente, para verificar que nenhum deles apresentavam ápice aberto, tratamento endodôntico, dilaceração radicular, raiz supranumerária, calcificações pulpares e reabsorções radiculares. Apenas dentes unirradiculares foram utilizados para uma melhor padronização da amostra e para evitar discrepâncias anatômicas entre os dentes.

### **Preparo da amostra**

Todos os dentes foram submetidos a um processo de desinfecção com álcool 70%, raspagem e alisamento radicular para remoção de possíveis cálculos dentários e remanescentes de tecido mole. Posteriormente, as coroas foram seccionadas com auxílio de um disco diamantado (Isomet 1000<sup>®</sup>, Buehler Ltd, Lake Bluff, Illinois, EUA) para eliminar a possibilidade de fratura apenas na coroa quando os dentes fossem submetidos a indução da fratura (figura 1). Em seguida todos os dentes foram mantidos hidratados em água destilada. Em outra etapa, os trinta dentes foram tratados endodonticamente por meio do sistema rotatório Mtwo NiTi<sup>®</sup> (VDW, Munique, Alemanha) sendo utilizada água destilada como solução irrigadora. O comprimento total do canal radicular foi instrumentado em sequência e o terço cervical e médio das raízes foram preparados para o pino intracanal com broca Largo nº 2 em baixa rotação. As limas rotatórias Mtwo (VDW) consistiu em 4 instrumentos de níquel titânio com diferentes diâmetros de ponta e de tappers (30.05, 35.04, 40.04, 25.07).

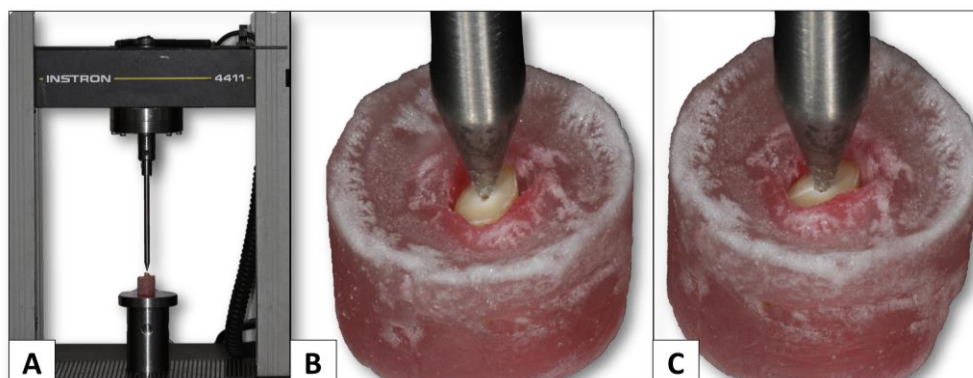
**Figura 1.** (A) Aparelho Isomet 1000® (B) Disco diamantado seccionando o dente na junção amelocementária (C) Raiz seccionada da coroa.



### Indução da fratura

Metade da amostra foi inserida individualmente e temporariamente em um bloco de resina acrílica de 25 mm de altura com uma abertura central de 10 mm de diâmetro. Para indução das fraturas radiculares verticais (FRV), a máquina de ensaio universal Instron® (Instron Corporation, Canton, Massachusetts, EUA) foi utilizada, introduzindo uma ponta metálica cônica na entrada do canal radicular e aplicando uma célula de força de 500 N e uma velocidade de 1 mm/min e, após ocorrer a fratura, a máquina parava automaticamente (figura 2). Todas as raízes fraturadas foram inspecionadas por meio da visualização direta e pela transiluminação (UltraLume 5; Ultradent Products Inc., Utah, EUA) para confirmar a presença e a direção da linha de fratura.

**Figura 2.** (A) Raiz posicionada na Instron® (B) Raiz inserida no aparato de acrílico com a ponta metálica cônica posicionada na entrada do canal radicular (C) Raiz após a indução da fratura.



### Preparação do fantoma

O fantoma de imagem foi composto de um crânio e uma mandíbula maceradas de humano adulto (figura 3). O alvéolo do primeiro pré-molar inferior direito foi ampliado com uma broca cilíndrica, para se obter um ajuste passivo com todas as raízes a serem inseridas. A mandíbula foi coberta com uma camada de 10 mm de espessura de cera de utilidade (Epoxyglass, São Paulo, Brasil) nas corticais lingual e vestibular para simular a atenuação dos tecidos moles (Caldas et al, 2010).

**Figura 3.** Fantoma de imagem.

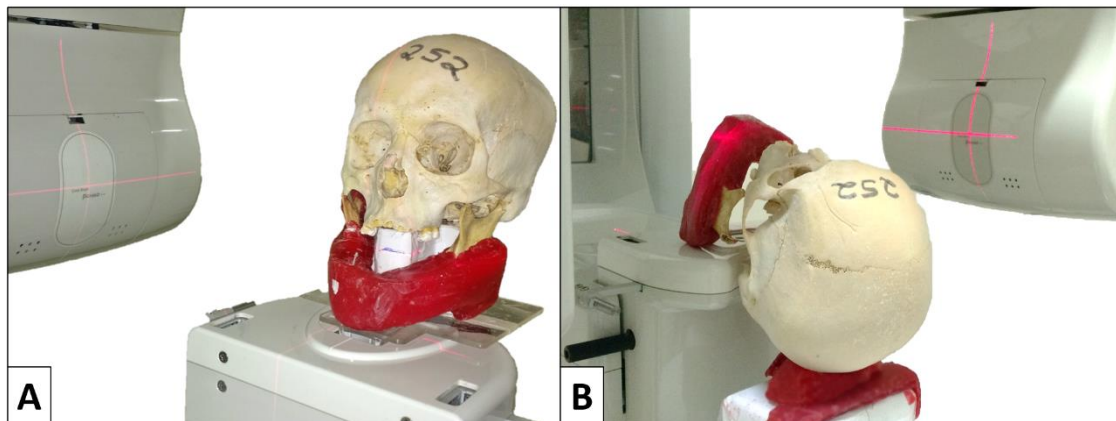


### Aquisição das imagens tomográficas

Para a obtenção das imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foi utilizado o tomógrafo Picasso Trio (Vatech, Gyeonggi-Do, República da Coréia) operando com 85 kVp, 5 mA, campo de visão (FOV) de 5x5 cm e tamanho de *voxel* de 0,2 mm. A aquisição da imagem foi realizada com o eixo longitudinal da raiz em duas orientações: perpendicular e paralelo ao plano de projeção dos raios X (Figura 4). Inicialmente, cada raiz foi inserida no alvéolo e centralizada no FOV, com o eixo longitudinal da raiz perpendicular ao plano de projeção dos raios X e aquisições de imagens foram obtidas sequencialmente: sem material endodôntico, seguido de guta-percha e pino metálico (figura 5). Ambos os materiais foram cuidadosamente inseridos sem remover a raiz do alvéolo, para manter a mesma posição. Em seguida, as aquisições de imagens foram realizadas com o eixo longitudinal da raiz paralelo ao plano de projeção

dos raios X. Dessa forma, as imagens foram adquiridas com cada raiz em duas orientações, alterando apenas o material endodôntico.

**Figura 4.** Posicionamento do fantoma para promover as duas orientações do eixo longitudinal da raiz em relação ao plano de projeção dos raios X: perpendicular (A) e paralelo (B).



### Avaliação das imagens

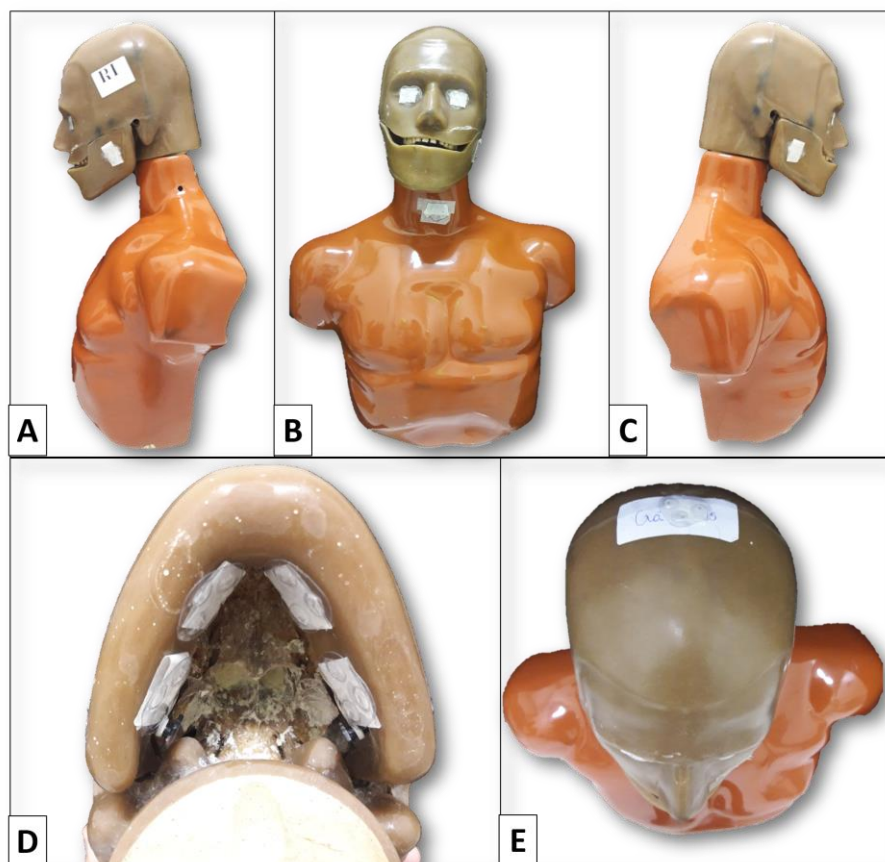
As imagens foram avaliadas por cinco especialistas em Radiologia Odontológica, com pelo menos dois anos de experiência em diagnóstico por imagem de TCFC, em um ambiente com luminosidade reduzida, utilizando um computador com tela plana de 17" com resolução de 1024x768 pixels no programa On demand 3D (Cybermed Inc., Tustin, California, EUA). Os cinco avaliadores podiam transcorrer as imagens nas reconstruções axial, coronal e sagital, alterar o brilho/contraste da imagem, utilizar *zoom* e rotacionar o eixo dos três planos de corte. Os avaliadores foram instruídos a registrar, na escala de 5 pontos (0 – ausência de fratura; 1 – provável ausência de fratura; 2 – incerteza, 3 – provável presença de fratura; 4 – presença de fratura), para cada raiz em cada imagem a observância ou ausência de fraturas radiculares. Foi entregue aos avaliadores uma planilha do programa Microsoft Office Excel (Microsoft, Redmond, Washington, EUA) para facilitar as suas respostas e conseqüentemente organizar os resultados. Após avaliados, os dados referentes às avaliações foram submetidos à análise estatística.

## Dosimetria

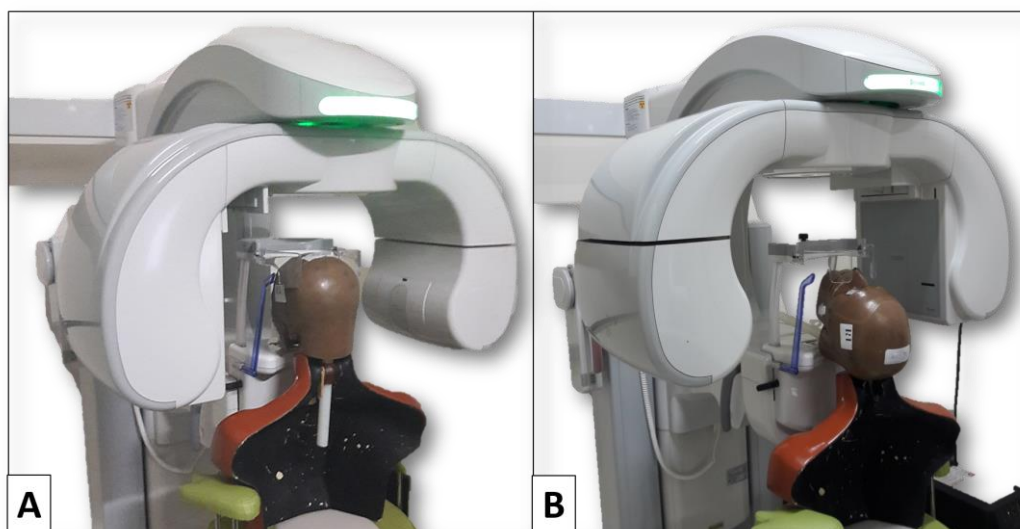
Para realização da dosimetria, foi utilizado um fantoma antropomórfico para avaliar as doses de radiação administradas de acordo com as diferentes orientações do eixo longitudinal da raiz que foram testadas. Dez conjuntos de 3 dosímetros termoluminescentes calibrados (TLD-100 LiF: Mg, Ti, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, EUA) foram posicionados no fantoma nas regiões anatômicas correspondentes a tireoide, aos cristalinos (direito e esquerdo), glândulas parótidas (direita e esquerda), glândulas sublinguais (direita e esquerda), glândulas submandibulares (direita e esquerda) e vértice do crânio resultando em um total de 30 TLDs (figura 5) (Nejaim et al., 2015). Um conjunto de 3 TLDs foi mantido fora da sala de exame para medir a radiação de fundo média que deveria ser subtraída das doses obtidas das diferentes orientações do eixo longitudinal da raiz utilizadas no estudo. O fantoma foi posicionado como realizado no estudo e as imagens foram adquiridas com o mesmo tomógrafo e parâmetros que foram utilizados (figura 6). Para ambas as orientações, 3 aquisições foram realizadas sem alterar o TLD devido à pequena quantidade de radiação emitida por um único escaneamento da TCFC que não é suficiente para produzir valores mensuráveis. Todos os dosímetros foram lidos com um leitor termoluminescente (Harshaw Thermoluminescent Scanner, Modelo 2000, Thermo Fisher Scientific Inc.). A radiação de fundo foi subtraída dos resultados, que foram divididos por 3 (número de exposições repetidas). Os valores obtidos para cada região anatômica foram expressos em milligrays e tabulados. Após 30 dias, este procedimento foi repetido com novos dosímetros para avaliar a reprodutibilidade. A amostra foi comparada utilizando análises de variância um critério com teste de Tukey como pós *hoc* a um nível de significância de 5%.



**Figura 5.** Fantoma antropomórfico e posicionamento dos dosímetros; (A) vista lateral esquerda, (B) vista frontal, (C) vista lateral direita, (D) vista inferior da mandíbula e (E) vista superior.



**Figura 6.** Posicionamento do fantoma antropomórfico para promover as duas orientações do eixo longitudinal da raiz em relação ao plano de projeção dos raios X: perpendicular (A) e paralelo (B).



## **Análise dos resultados**

A análise estatística foi realizada utilizando o software SPSS Statistics 22 (IBM Corporation, Armonk, Nova York, EUA). O coeficiente kappa ponderado foi utilizado para verificar a concordância intra- e interobservador, considerando o seguinte nível de concordância: menos de 0,40 = pobre, 0,40-0,59 = moderado, 0,60-0,74 = bom e 0,75-1,00 = excelente (Cicchetti, 1994). A sensibilidade, especificidade, acurácia, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo foram calculados. A área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) foi utilizada para avaliar a relação entre a sensibilidade e especificidade obtidas com as diferentes orientações do eixo longitudinal da raiz e materiais endodônticos na detecção de FRV e foi comparada por meio da análise de variância (ANOVA) dois critérios com teste Tukey como *post hoc*. ANOVA one-way foi utilizada para comparar os dados da dosimetria entre as diferentes orientações do eixo longitudinal da raiz. O coeficiente de correlação intraclassa (ICC) foi utilizado para verificar a reprodutibilidade da dosimetria. A hipótese nula utilizada foi que não há diferença estatisticamente significativa entre as diferentes orientações da raiz e materiais endodônticos. O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

**ANEXO 1. Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa**

FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE  
PIRACICABA - UNICAMP

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Influência de artefatos na detecção de fraturas radiculares por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico

**Pesquisador:** Victor de Aquino Wanderley

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 57793316.4.0000.5418

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.737.256

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de estudo laboratorial, transversal, com intervenção, que utilizará 30 dentes humanos unirradiculares obtidos por doação de dentista de consultório privado, que os extraiu de indivíduos de ambos os sexos e com faixa etária estimada entre 18 e 70 anos, doando-os aos pesquisadores posteriormente. Também serão utilizados uma mandíbula e um crânio dos arquivos da área de Radiologia na elaboração do phantom. Esta mandíbula e o crânio (juntamente com os demais materiais biológicos da área) está em processo de registro como biobanco em conjunto com o material da área de Anatomia. Em toda a amostra, 3 tipos de tratamento (grupos) serão realizados de forma sequencial: A – sem material endodôntico (n=30), B – com guta percha (n=30) e C – com pino metálico intracanal (n=30). Em metade da amostra de cada grupo (n=15) será realizada fratura por meio da máquina de ensaio universal Istron 4411. As fraturas serão confirmadas por meio das técnicas de transluminação e microscopia óptica. Para a obtenção das imagens de TCFC, será utilizado os tomógrafo Picasso Trio. O Phantom será posicionado no aparelho sob uma plataforma de acrílico, padronizada com o auxílio de linhas guias luminosas do tomógrafo. Cada aquisição será realizada com o Phantom em 2 posições: plano oclusal paralelo ao solo e plano oclusal perpendicular ao solo. No Picasso Trio a aquisição

apresentará FOV de 50 mm x 50 mm, voxel de 0,2 mm, quilovoltagem de 85 kVp e 3,7 mA. Todas as imagens serão avaliadas por 5 especialistas em Radiologia Odontológica, alunos de Pós-Graduação da área, de ambos os sexos e com idades estimadas entre 18 e 35 anos. Os avaliadores serão instruídos a registrar em uma escala de 5 pontos a possível detecção de fratura radicular na imagem de cada dente: 0 – ausente; 1 – provavelmente ausente; 2 – incerto, 3 – provavelmente presente; 4 – presente. Será entregue aos avaliadores uma ficha de avaliação para facilitar as suas respostas e conseqüentemente organizar os resultados. A estatística Kappa será utilizada para verificar a reprodutibilidade do método descrito, testando a concordância intra e inter avaliadores. Como também serão calculadas sensibilidade, especificidade, acurácia e área sob a curva ROC e comparados por meio de Análise de Variância (ANOVA), seguida de teste Tukey com um nível de significância de 5% ( $=0,05$ ). A pesquisa será desenvolvida na área de Materiais Dentários (preparação dos dentes e máquina de ensaio universal), no Centro de Microscopia e Imagens (Microscópio ótico e microtomografia) e na Área de Radiologia Odontológica da FOP-Unicamp (demais etapas). As atividades previstas para a realização da pesquisa serão desenvolvidas em 12 meses a partir da aprovação do CEP. Pendência 1 (atendida)- Em sua resposta de 30/08/16 os pesquisadores confirmaram os locais de realização da pesquisa, associando com os métodos que serão realizados em cada local.

**Objetivo da Pesquisa:**

Verificar a influência de artefatos na detecção de fraturas radiculares verticais em tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC).

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores esclarecem que não há previsão de riscos, desconfortos ou benefícios para as três categorias de participantes.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Os pesquisadores esclarecem que não será possível obter TCLE dos indivíduos dos quais os dentes foram extraídos (material doado de forma não identificada), nem da família do indivíduo do qual foi obtida a mandíbula (material não identificado na origem). O TCLE será aplicado aos especialistas avaliadores. Os pesquisadores informam que os equipamentos utilizados para a obtenção das imagens estão corretamente calibrados e serão utilizados de forma segura. Não há previsão de ressarcimento (não há previsão de gastos), nem previsão de indenização (não há previsão de riscos), nem critérios de suspensão ou encerramento antecipado da pesquisa. Pendência 2 (atendida)- Em sua resposta de 30/08/16 os pesquisadores os pesquisadores justificaram a participação de grupo vulnerável (alunos da instituição na qual a pesquisa será realizada), pela experiência profissional dos mesmos, necessária à metodologia da pesquisa.

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

Foram apresentadas e estão adequadas a FR e a carta de envio, a declaração da instituição, a autorização de uso da área de Materiais Dentários, autorização de uso do Centro e Microscopia e Imagem, autorização de acesso aos arquivos da área de Radiologia Odontológica e o termo de doação de dentes. Pendência 3 (atendida)- Em sua resposta

de 30/08/16 e no esclarecimento de 20/09/16 os pesquisadores informaram que a declaração foi ajustada para o item 4 e foi anexada à PB. Foi apresentado o modelo de TCLE a ser apresentado aos avaliadores especialistas. Deve ser destacado que é importante realizar o registro dos materiais biológicos disponíveis na área o mais rapidamente possível, para evitar problemas na análise de futuros pareceres de protocolos de pesquisa.

**Recomendações:**

1- Após a aprovação os pesquisadores devem atentar para a necessidade de envio de relatórios parciais de atividades (no mínimo um a cada 12 meses) e do relatório final de atividades (ao término da pesquisa). 2- Reforça-se necessidade de registro dos eventuais materiais biológicos coletados que venham a ser estocados para uso em pesquisas futuras na forma de Biorrepositórios ou Biobancos e com registro desta intenção no TCLE assinado pelo participante. 3- Destaca-se que o parecer consubstanciado é o documento oficial de aprovação do sistema CEP/CONEP e os certificados emitidos pela secretaria do CEP-FOP, a pedido, após a aprovação final do protocolo, só têm valor simbólico e devem ser evitados. 4- Intercorrências ou eventos adversos devem ser relatados ao CEP por meio da PB. 5- Eventuais mudanças pretendidas no protocolo devem ser comunicadas como emendas ao CEP por meio da PB. 6- O parecer do CEP-FOP é fortemente baseado nos textos do protocolo encaminhado pelos pesquisadores e pode inclusive conter trechos transcritos literalmente do projeto ou de outras partes do protocolo. Trata-se, ainda assim, de uma interpretação do protocolo e, caso algum trecho do parecer não corresponda ao que efetivamente é proposto no projeto, os pesquisadores devem se manifestar sobre esta discrepância. A não manifestação dos pesquisadores será interpretada como concordância com a fidedignidade do texto do parecer no tocante à proposta do protocolo. 7- Pesquisas com dentes doados por profissionais de saúde ainda são toleradas em hipótese pelo CEP-FOP, mas os pesquisadores devem estar cientes de que esta solução dista do ideal ético de consulta direta ao participante por meio de TCLE específico da pesquisa ou da obtenção dos dentes a partir de um biobanco de dentes e que estas últimas situações deveriam ser escolhidas em substituição à primeira.

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

Não há mais pendências por resolver.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Parecer de aprovação de Protocolo emitido "ad referendum" conforme autorização do Comitê na reunião de 06/04/2016. Será submetido para homologação na reunião de 21/09/2016.

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

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_730485.pdf	20/09/2016 16:33:06		Aceito
Outros	Cartaresposta.pdf	20/09/2016 16:32:30	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Outros	Respostaparecer.pdf	29/08/2016 20:28:29	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Outros	Cep_completo.pdf	13/07/2016 13:49:08	Leny Cecilia Faro Pereira	Aceito
Outros	66TermoDoacao.pdf	11/07/2016 16:22:30	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Outros	65Autarq.pdf	11/07/2016 16:21:55	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	64Declnra.pdf	11/07/2016 16:17:31	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	62Declnst.pdf	11/07/2016 16:16:49	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Declaração de Pesquisadores	61DecPesq.pdf	11/07/2016 16:16:26	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	5TCLE.pdf	11/07/2016 16:16:10	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Outros	4Comentarios.pdf	11/07/2016 16:15:56	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	3Projeto.pdf	11/07/2016 16:15:27	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Outros	2Cartadeenvio.pdf	11/07/2016 16:14:01	Victor de Aquino Wanderley	Aceito
Folha de Rosto	1Folhaderosto.pdf	11/07/2016 16:08:24	Victor de Aquino Wanderley	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

PIRACICABA, 21 de Setembro de 2016

---

**Assinado por: jacks jorge junior (Coordenador)**