



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ – REITORIA DE PÓS – GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA**

**ELISA DINIZ DE LIMA**

**AVALIAÇÃO DE ARTEFATOS FORMADOS POR MATERIAIS INTRACANAIS  
EM DENTES BIRRADICULARES UTILIZANDO TCFC**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2018**

ELISA DINIZ DE LIMA

**AVALIAÇÃO DE ARTEFATOS FORMADOS POR MATERIAIS INTRACANAIS  
EM DENTES BIRRADICULARES UTILIZANDO TCFC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniela Pita de Melo.

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732a Lima, Elisa Diniz de.  
Avaliação de artefatos formados por materiais intracanaís em dentes birradiculares utilizando TCFC [manuscrito] / Elisa Diniz de Lima. - 2018.  
87 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2018.  
"Orientação : Profa. Dra. Daniela Pita de Melo, Departamento de Odontologia - CCBS."  
1. Impressão tridimensional. 2. Tomografia computadorizada. 3. Dente birradicular. 4. Material intracanal. I.  
Título

21. ed. CDD 617.67

**ELISA DINIZ DE LIMA**

**AVALIAÇÃO DE ARTEFATOS FORMADOS POR MATERIAIS INTRACANAIS  
EM DENTES BIRRADICULARES UTILIZANDO TCFC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

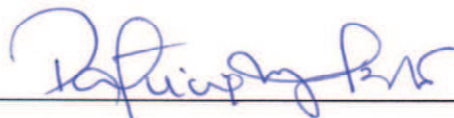
Apresentado em: 07/06/2018.

**BANCA EXAMINADORA**



**Prof. Drª Daniela Pita de Melo**

**MEMBRO TITULAR (ORIENTADORA)**



**Prof.ª Drª Patrícia Meira Bento – UEPB**

**MEMBRO TITULAR (EXAMINADORA INTERNA)**



**Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira**

**MEMBRO TITULAR (EXAMINADOR EXTERNO)**

Dedico este trabalho:

A minha família, em especial a minha mãe por ser meu porto seguro e estar comigo em todos os momentos, nunca desistindo de me apoiar em meus estudos.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Em 2011, quando comecei minha graduação em Odontologia, eu já sabia o que queria para meu futuro profissional, era ser professora e pesquisadora, que deveria ingressar no mestrado ao terminar a graduação. Hoje, terminando o mestrado, posso dizer que fiz a escolha certa e que desejo ingressar no doutorado em busca de realização pessoal e profissional.

A Deus por ter plantado o desejo em meu coração, por ter permitido chegar até aqui, depois de um caminho desafiador, mas muito prazeroso.

À minha família que apesar de não entender tão bem o que é um Mestrado, apoiar-me em minhas decisões, dando suporte em tudo que preciso. Deus permita que eu possa honrar tudo que fazem por mim.

À minha orientadora, Professora Doutora Daniela Pita de Melo, por ser mais que uma orientadora, acompanhando todas as etapas desde o início do mestrado, seja na busca de artigos, correção do projeto, dissertação, resumos, quantas vezes foram necessárias, busca de lugares para realização da pesquisa e as viagens para realização da pesquisa. Além de tudo, incentiva a união entre todos do grupo de pesquisa; isso é o que mais admiro.

Às meninas do grupo de pesquisa, que chamamos de Radioativas (Ana Priscila, Fernanda, Martina e Larissa). Essas foram os meus anjos do mestrado. Desde o começo nos ajudamos mutuamente, sem preocupação com dias e horários. Preparamos os dentes, viajamos para fazer as imagens e para congressos, reunimos para tirar dúvidas e analisar imagens, tudo em conjunto e com muita diversão.

À Professora Doutora Patrícia Meira Bento e ao Professor Doutor Sérgio D'Avila por estarem na coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia com muita dedicação, sempre buscando o melhor para o programa e para os alunos, fazendo o programa ser sempre bem reconhecido e conceituado.

À Professora Doutora Karla Rovaris e a Professora Doutora Ana Marly por toda disponibilidade durante todo o período do mestrado, colaborando durante a execução da pesquisa no estágio docência e na avaliação das imagens.

A todos os professores que contribuem direta e indiretamente com o Programa de Pós-graduação em Odontologia, por sua dedicação e por conseguirem realizar pesquisa de qualidade, apesar de poucos recursos.

A todos os funcionários que trabalham direta e indiretamente com o PPGO, por fazerem tudo funcionar com maestria nos bastidores do programa.

Aos amigos que ganhei na cidade de Caldas Brandão (PB) há quase um ano por fazerem meus dias se tornarem menos estressantes e mais agradáveis. Em especial a Suelane, Paulinha, Wesley, Amanda, Marcelo, Vanderly, Bianca, Jucicleide, Rachel, Rhuan, Mariane, Dona Socorro, Dona Marlene, Izabel, Dani, Lays, Gracinha, Mirelly e todos os agentes de saúde. Sempre compreenderam minha ausência em alguns momentos no posto de saúde para me dedicar a conclusão do mestrado, além de escutarem minhas longas histórias da vida pessoal e ajudarem a secar as lágrimas; e o melhor, com muitos risos.

À minha querida amiga Carolina Magna por sempre estar pertinho de mim, seja virtual ou pessoalmente, buscando saber notícias minhas, quando sumia para dar andamento à pesquisa. Além disso, sempre torcendo muito por mim.

À Berenice, uma pessoa muito especial em minha vida, sempre me escutando com muita paciência e ajudando a enfrentar e superar os obstáculos do caminho.

Aos colegas de turma, pois juntos conseguimos vencer mais essa etapa em nossa formação.

A Universidade Estadual da Paraíba por proporcionar a oportunidade de estudar em um programa de pós-graduação tão organizado e reconhecido.

À ABO pela autorização para realização das imagens da pesquisa, em especial a funcionária Ana.

A CAPES pelo apoio financeiro.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu; Há tempo de nascer, e tempo de morrer, tempo de plantar, e tempo de arrancar o que se plantou”.

“Eclesiastes 3:1-2”



LIMA, E.D. Avaliação de artefatos formados por materiais intracanaís em dentes birradiculares utilizando TCFC. 88f. il. 2018. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

## RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar quantitativamente os artefatos formados por diferentes materiais intracanaís em dentes birradiculares, escaneados com diferentes valores de miliamperagem em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Tratou-se de um estudo *ex vivo*. A amostra foi composta por 15 primeiros pré-molares birradiculares, os quais tiveram suas coroas seccionadas ao nível da junção amelocementária. A instrumentação dos canais radiculares foi realizada com o sistema Reciproc, instrumento R40, e a obturação com cones de guta-percha Reciproc R40. Os dentes foram escaneados sem material intracanal e com seis combinações de materiais intracanaís (Guta-percha, Pinos de fibra de vidro Whitepost e Reforpost, núcleos metálicos fundidos) adaptados passivamente nas raízes vestibular e palatina e cinco valores de miliamperagem (2,5mA, 4mA, 6,3mA, 8mA e 12mA), mantendo o voxel de 0,076mm e 75kv fixos, totalizando 525 volumes. Os volumes foram analisados no CS3D Imaging Software e duas fatias axiais (2mm e 4mm acima da junção amelocementária) foram selecionadas e exportadas para o programa Image J. As áreas de artefatos hipodensos e hiperdensos e imagem dental preservada foram quantificadas por um avaliador treinado no programa Image J, através da ferramenta Treshold. Os dados foram analisados no software Statistica (v.13.3). O teste honesto de Tukey foi realizado para comparar as médias dos artefatos hipodensos, hiperdensos e imagem de dental preservada, adotando um nível de significância  $IC > 95\%$  e  $p < 0,05$ . Foram calculados os coeficientes de correlação de Spearman entre os artefatos hipodensos e hiperdensos e imagem dental preservada. Todos os dados foram analisados simultaneamente através da análise por componentes principais. Na análise inferencial, o metal em ambas as raízes apresentou as maiores médias de artefatos hipodensos e hiperdensos e o pino de fibra de vidro Whitepost em ambas as raízes, as menores médias de artefatos hipodensos e hiperdensos. Os pinos metálicos apresentaram maior quantidade de artefatos hipodensos e hiperdensos quando escaneados com o uso de 12mA, seguido da guta-percha nas raízes vestibular e palatina a 12mA e guta-percha na raiz vestibular e Reforpost® na raiz palatina escaneados com 12mA. Os grupos com Whitepost® em ambas as raízes e Reforpost® em ambas as raízes, escaneados a 2,5 mA, apresentaram menos artefato hipodenso do que todas as situações avaliadas, principalmente na fatia de 4mm. Imagens de 2,5 mA diferiram estatisticamente das imagens de 12mA para as variáveis do estudo avaliadas, apresentando menos artefatos e maiores valores de imagem dental preservada. Valores mais baixos de miliamperagem apresentam menos artefatos de imagem em TCFC. Pinos de fibra de vidro, com e sem filete metálico interno, são uma alternativa aos pinos metálicos quando a quantidade de remanescente coronário suficiente está presente, com menor formação de artefatos.

**Palavras-Chave:** Impressão tridimensional; Tomografia computadorizada de feixe cônico; artefatos;

LIMA, E.D. Assessment of different intracanal materials artifacts on biradicular teeth.88p. Ill. 2018. Department of Dentistry, State University of Paraiba, 2018.

## ABSTRACT

This study aimed to quantify the artifacts produced by different intracanal materials on double-rooted teeth scanned using cone beam computed tomography (CBCT) with different exposure protocols. This research was an ex vivo study. The study sample was composed by 15 double-rooted first premolars, which had their crowns removed in the cemento-enamel junction. All root canals were endodontically treated using Reciproc system, and thermomechanical compression filling was done with gutta-percha Reciproc 40. All teeth were scanned without intracanal material and with six combinations of intracanal materials (Gutta-percha, Whitepost and Reforpost fiberglass posts and metal posts), passively fitted to the buccal and lingual roots, using five exposure parameter protocols (2.5mA, 4mA, 6.3mA, 8mA e 12mA), with fixed 0,076mm voxel size and 75kv, totalizing 525 CBCT volumes. The CBCT scans were analyzed using CS3D Imaging Software and two slices (at 2mm and 4mm from the cemento-enamel junction) were selected and exported to ImageJ software. The area corresponding to hypodense and hyperdense artifacts and preserved dental image were quantified by a trained observer using threshold toll of the ImageJ software. Data were analyzed using Statistica (v.13.3) software. Tukey honest test was done to compare the hyperdense, hypodense and preserved dental image mean area values, with IC>95% e  $p < 0.05$  significance level. Spearman coefficient correlation values for hyperdense, hypodense and preserved dental image were calculated. All data were evaluated simultaneously using the principal component analysis. The inferential analyses showed that teeth with metal posts in both roots presented higher hypodense and hyperdense artifact values and teeth with Whitepost fiberglass post in both roots presented the lower hypodense and hyperdense artifacts values. Metal posts presented the highest quantity of hypodense and hyperdense artifacts when scanned using the parameter 12mA, followed by gutta-percha in the buccal and lingual roots at 12mA and gutta-percha in the buccal root and Reforpost® in the lingual root scanned with 12mA. The groups with Whitepost® in both roots and Reforpost® in both roots, scanned at 2.5 mA presented less hypodense artifact than all evaluated situations, especially at the 4mm slice. 2.5 mA images differed statistically from 12mA images for the evaluated study variables presenting less artifacts and higher values of preserved dental image. Lower exposure parameters present less image artifacts in CBCT scans. Fiberglass posts, with and without internal metallic core, are an alternative to metal posts when the right amount of ferrule is present, with less artifact formation.

**Keywords:** Imaging, Three-Dimensional; Cone-Beam Computed Tomography; artifacts;

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b>	Dente com porção coronária removida	<b>27</b>
<b>FIGURA 2</b>	Dentes em Eppendorf enumerados	<b>28</b>
<b>FIGURA 3</b>	Verificação do comprimento de trabalho (Parte 1)	<b>28</b>
<b>FIGURA 4</b>	Verificação do comprimento de trabalho (Parte 2)	<b>29</b>
<b>FIGURA 5</b>	Instrumentação do SCR	<b>29</b>
<b>FIGURA 6</b>	Inserção do cone de guta-percha e cimento nos canais radiculares	<b>30</b>
<b>FIGURA 7</b>	Compactação termomecânica	<b>31</b>
<b>FIGURA 8</b>	Compactação vertical	<b>31</b>
<b>FIGURA 9</b>	Imagem de TCFC, 75Kv, 12mA (dente desobturado)	<b>32</b>
<b>FIGURA 10</b>	Cones de Guta –Percha	<b>32</b>
<b>FIGURA 11</b>	Pino de Fibra de Vidro Reforpost®	<b>32</b>
<b>FIGURA 12</b>	Pino de fibra de vidro Whitepost ®	<b>33</b>
<b>FIGURA 13</b>	Núcleos metálicos fundidos	<b>33</b>
<b>FIGURA 14</b>	Crânio e mandíbula recobertos por cera	<b>34</b>
<b>FIGURA 15</b>	Dente posicionado no alvéolo	<b>35</b>
<b>FIGURA 16</b>	Sistema de TCFC CS 9000 3D	<b>35</b>
<b>FIGURA 17</b>	Posicionamento do crânio e mandíbula para aquisição de imagens	<b>36</b>
<b>FIGURA 18</b>	Diferentes reconstruções multiplanares e materiais intracanaís utilizados (Escaneamento a 12mA).	<b>37</b>
<b>FIGURA 19</b>	CS3D Imaging Software.	<b>38</b>
<b>FIGURA 20</b>	Reconstruções a 2mm e 4mm da junção amelocementária.	<b>39</b>
<b>FIGURA 21</b>	Seleção da área correspondente ao dente no Gimp.	<b>39</b>
<b>FIGURA 22</b>	Imagem da área correspondente ao dente salva em plano de fundo preto	<b>40</b>
<b>FIGURA 23</b>	Processamento da imagem no programa Image J.	<b>41</b>



## **LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 1</b>	Materiais intracanaís utilizados nas raízes dentárias.	<b>26</b>
<b>QUADRO 2</b>	Detalhamento do processo de aquisição das imagens de TCFC.	<b>37</b>

## **LISTA DE TABELAS (ARTIGO)**

<b>TABELA 1</b>	Statistical comparison of hypodense artifacts, hyperdense artifacts, and preserved dental image for the studied exposure parameters and filling materials	<b>54</b>
-----------------	---	-----------

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

<b>ABO</b>	Associação Brasileira de Odontologia
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	Trióxido de Alumínio
<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	Óxido de Boro
<b>CaO</b>	Óxido de Cálcio
<b>CEP</b>	Comitê de Ética em Pesquisa
<b>CNS</b>	Conselho Nacional de Saúde
<b>CRT</b>	Comprimento Real da Trabalho
<b>DICOM</b>	Digital Imaging and Communications in Medicine
<b>EDTA</b>	Ácido Etileno Diamino Tetracético
<b>FOV</b>	<i>Field Of View</i>
<b>IP</b>	<i>Internet Protocol</i>
<b>kV</b>	Quilovoltagem
<b>mA</b>	Miliampaeragem
<b>MAR</b>	Algoritmos de redução de artefatos
<b>NaCl 0,9%</b>	Cloreto de Sódio 0,9%
<b>NMF</b>	Núcleos metálicos fundidos
<b>PFV</b>	Pinos de Fibra de Vidro
<b>SCR</b>	Sistema de Canais Radiculares
<b>SiO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Silício
<b>TC</b>	Tomografia Computadorizada
<b>TCFC</b>	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>VOXEL</b>	<i>Volume Element</i>
<b>3D</b>	Tridimensional

## SUMÁRIO

<b>1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>16</b>
1.1 Artefatos em TCFC .....	16
1.2 Retentores intrarradiculares .....	19
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>23</b>
2.2 Objetivo geral.....	23
2.3 Objetivos específicos.....	23
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
3.2 Delineamento do estudo .....	24
3.3 Local do estudo .....	24
3.4 Aspectos éticos.....	24
3.5 Amostra .....	25
3.6 Caracterização da amostra .....	25
3.7 Preparo da amostra .....	26
3.7.1 Preparo do canal radicular .....	27
3.7.2 Obturação dos canais radiculares .....	29
3.7.3 Materiais intracanaís utilizados .....	30
3.7.3.1 Confeção dos núcleos metálicos fundidos .....	32
3.8 Preparo do crânio e da mandíbula.....	33
3.9 Aquisição das imagens.....	34
3.10 Treinamento e calibração .....	37
3.11 Análise das imagens.....	37
3.11.1 Análise quantitativa .....	37
3.12 Análise estatística.....	41
3.12.1 Análise Inferencial.....	41
3.12.2 Análise de Correlação.....	42



3.12.3 Análise por componentes principais.....	42
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>5 ARTIGO .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2 Normas da revista.....</b>	<b>63</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>86</b>

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os aparelhos de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) constituem um avanço tecnológico na odontologia desde a década de 90. Desde então, são lançados novos tomógrafos com a proposta de diminuição da dose de radiação, formação de imagens com maior resolução espacial, tamanhos variados de campos de visão (FOV), além de ferramentas para diminuição dos artefatos de imagem (SCARFE; SCOTT; FARMAN, 2012).

As características da imagem formada pelos escâneres de TCFC, no que diz respeito a sua qualidade (resolução espacial), estão relacionadas ao tamanho do campo de visão (FOV – Field Of View) e ao tamanho do Voxel (Volume Element), sendo que quanto menor FOV e Voxel, a imagem apresentará melhor qualidade, apresentando mais definição e detalhes da estrutura escaneada (BELEDELLI; SOUZA, 2012).

Sendo assim, nos últimos anos aumentou-se o número de dispositivos de TCFC existentes, exibindo mais parâmetros de exposição, tamanhos de FOV, qualidade do feixe, quantidade de raios-X, arcos de rotação, diferentes tamanhos e tipos de detectores e diferentes algoritmos de reconstrução. A crescente utilização das imagens de TCFC colaborou para que os procedimentos clínicos fossem bem-sucedidos, a exemplo de mensurações lineares para implantodontia, tanto em altura como em espessura, trazendo mais segurança e possibilidades em realibilitações orais que necessitam de implantes, localizando as estruturas anatômicas e determinando a quantidade óssea disponível (BELEDELLI; SOUZA, 2012; PAUWELS et al., 2013; JOHARI et al., 2018).

### 1.1 Artefatos em TCFC

Desde a introdução da TCFC, a presença de artefatos derivados de materiais metálicos tem tornado o diagnóstico de determinadas lesões desafiador (XI et al., 2016). Pesquisadores estudam maneiras de quantificar e reduzir os artefatos formados em imagens de TCFC (DIEHN et al., 2017; YASDI; MOHAMMADI, 2017). A maioria das ferramentas criadas para minimizar os efeitos dos artefatos são pós-processamento, modificando características da imagem do volume já adquirido sem obter o resultado esperado para a melhora do diagnóstico (DIEHN et al., 2017).

Em uma situação ideal, com alta dose de exposição, e, portanto, alta contagem de fótons, raios-X monocromáticos, maior resolução do detector, detectores perfeitos, sem

movimento e sem dispersão, imagens de TCFC seriam um reflexo perfeito da realidade. Se algumas dessas condições não são atendidas, os artefatos são formados (BOAS; FLEISCHMANN, 2012).

O termo “Artefato” diz respeito a qualquer discrepância sistemática entre os números na imagem reconstruída e os coeficientes de atenuação verdadeiros do objeto. As imagens de TCFC são mais propensas a artefatos do que as radiografias convencionais, pois a imagem é reconstruída a partir de algo da ordem de um milhão de medições de detectores independentes (BARRET; KEAT, 2004). Os artefatos degradam a qualidade das imagens de TCFC, impossibilitando a sua utilização para o que se propõe, pois estruturas que não existem podem aparecer na imagem, devido ao movimento do paciente, processo de captura e reconstrução da imagem (NAGARAJAPPA; DWIVEDI; TIWARI, 2015).

Morfologicamente, os artefatos podem aparecer nas imagens como listras, sombreamento, anéis e distorção (BARRET; KEAT, 2004).

De modo geral, um artefato de imagem pode ser definido como qualquer distorção ou erro na imagem que não está relacionada ao objeto em estudo, possivelmente induzidos por discrepâncias entre as reais condições físicas e a formatação matemática utilizada para fazer uma reconstrução multiplanar (SCHULZE et al., 2011).

São vários os tipos de artefatos que podem estar presentes nas imagens tomográficas, como os de ruído, endurecimento do feixe, dispersão, movimento, anel e artefatos de metal, apresentando diversos fatores que determinam o seu aparecimento (BELEDELLI; SOUZA, 2012; BOAS; FLEISCHMANN, 2012).

Os fótons do feixe de raios - X exibem certo espectro de energia. Quando um feixe de raios -X atravessa um objeto, os fótons de baixa energia são absorvidos mais do que os fótons de alta energia. Esse fenômeno é chamado de endurecimento do feixe e ocorre em áreas com forte absorção de raios -X, como materiais de alta densidade e alto número atômico (DRAENET et al., 2007; ESMAEILI et al., 2012).

O endurecimento do feixe consiste em uma fonte de raios-X policromáticos, os quais apenas fótons de raios-X de alta energia passam através do metal, e os fótons de baixa energia serão atenuadas, de forma que a transmissão de raios -X policromáticos vão seguir diferentes padrões de decaimento exponencial. Essa interação é comumente observada com os materiais de alta densidade e elevado número atômico, tais como osso, iodo, ou metal, que aumentam dramaticamente a atenuação do feixe, resultando em artefatos nas imagens tomográficas (PAUWELS et al., 2013; BOAS; FLEISCHMANN, 2012).

Na reconstrução multiplanar o erro é retratado no volume, resultando em linhas hipodensas. É recomendado reduzir o FOV, evitar regiões de varredura suscetíveis ao endurecimento do feixe (por exemplo, restaurações metálicas, implantes dentários), que podem ser obtidas por colimação, modificação do posicionamento do paciente ou separação das arcadas dentárias (BECHARA et al., 2012; ESMAEILI; JOHARI; HADDADI, 2013).

No entanto, tamanhos menores de FOV no plano axial resultam em um aumento indireto na exomassa que tem uma influência negativa nos valores de voxel, causando efeito de truncamento e inconsistências na reconstrução do volume (CANDEMIL et al., 2018).

Estrias hiperdensas, muitas vezes referidas como efeito de estrela ou artefato metálico, podem ser visualizadas em associação com estruturas metálicas. Este artefato ocorre quando o algoritmo tenta reconstruir um objeto de alto número atômico, o que atenua grandemente os feixes de raios-X, a partir da informação contida no grande número de imagens base geradas pela geometria rotacional do tubo e detector em torno do objeto (MAKINS, 2014).

Os artefatos em anel podem ser visualizados como anéis concêntricos centralizados em torno da localização do eixo de rotação, podendo ser causados por imperfeições na detecção do scanner ou na baixa calibração. Devido à trajetória circular e ao processo de amostragem discreta, essas inconsistências aparecem como anéis nos planos coplanares com o plano de movimento da fonte (planos axiais na TCFC) (SCHULZE et al., 2011; MAKINS, 2014; NAGARAJAPPA; DWIVEDI; TIWARI, 2015).

Outro artefato que pode ser observado nas imagens de TCFC está associado ao movimento do paciente. Este artefato pode aparecer como sombreamento ou estrias na imagem, contornos duplos de superfícies corticais ou contornos duplos da borda posterior da língua (MAKINS, 2014). Foi verificado que a presença de movimento do paciente  $\geq 3$  mm e presença de metal / material radiopaco no campo de visão tem impacto significativo na qualidade e interpretabilidade da imagem, quando avaliado o impacto das características do movimento do paciente, utilizando registro do sistema acelerômetro-giroscópio, e materiais metálicos/radiopacos no campo de visão (FOV) (SPIN-NETO et al., 2018).

Alguns sistemas de TCFC apresentam algoritmos de redução de artefatos (MAR) na tentativa de diminuir os artefatos formados por endurecimento do feixe. No entanto, essa tecnologia de redução de artefatos metálicos que vem sendo aplicada por alguns fabricantes, ainda deve ser aperfeiçoada e, portanto, deve ser usada com cautela (PAUWELS et al., 2015).

## 1.2 Retentores intrarradiculares

Após o término da instrumentação do Sistema de Canais Radiculares (SCR), estes devem ser obturados com material que possuam características satisfatórias e possam ocupar o espaço outrora ocupado pela polpa dentária. O material indicado para obturação do SCR é a Guta-Percha.

Há dois tipos de Guta-Percha: fase alfa e fase beta. A Guta-Percha fase beta possui um alto ponto de fusão, grande viscosidade, não tem características de adesividade e possui maior quantidade de óxido de zinco, o que proporciona maior dureza ao cone de Guta-Percha. A Guta-Percha fase alfa possui um baixo ponto de fusão, baixa viscosidade, alta adesividade e o cone é mais flexível devido à concentração de óxido de zinco ser menor do que na fase beta (MIRANDA; DANTAS; MATTAR, 2013).

Quando os dentes não apresentam remanescente coronário suficiente após a obturação do SCR, é necessário retentores intrarradiculares para posteriormente realizar uma restauração direta ou indireta. Dependendo da quantidade de remanescente coronário, tamanho da raiz e condição periodontal, podem ser utilizados retentores estéticos, como os pinos de fibra de vidro (PFV) ou núcleos metálicos fundidos (NMF).

Os PFV foram introduzidos no mercado no início dos anos 90. Eles apresentam determinadas características, tais como: módulo de elasticidade similar ao da estrutura dentária, elevada resistência mecânica, biocompatibilidade, disponibilidade em diferentes formatos e tamanhos, podendo ser cimentados pela técnica adesiva. Essas características são importantes, pois transmitem menos tensão à estrutura dentária remanescente; não existe o inconveniente da corrosão, como acontece com os pinos metálicos; permitem a preservação da dentina radicular no momento do preparo do canal; e proporcionam melhor união à estrutura dentária remanescente (CONCEIÇÃO, 2017).

A indicação de um PFV está diretamente ligada à necessidade de restaurar um dente tratado endodonticamente, auxiliando na retenção do material restaurador e distribuindo tensões impostas ao dente. Além disso, é utilizado em casos de dentes com grande destruição coronal por cárie, traumatismo ou restauração extensa, com o objetivo de diminuir a probabilidade de ocorrer fraturas (MORGAN et al., 2015). No entanto, a utilização desses pinos está vinculada a dentes com pelo menos 2 mm de remanescente coronário.

A escolha de um PFV pode ser baseada em suas propriedades físicas, como a sua radiopacidade, permitindo a visualização dos materiais de cimentação em radiografias ou

imagens de TCFC. Os pinos devem ser mais densos que o espaço intracanal, mas sua densidade difere da dentina, podendo-se observar facilmente a interface radiográfica entre o pino e o substrato dentário (RODRIGUES et al., 2013).

PFV são constituídos quimicamente por diferentes tipos de vidro, como E-glass (vidro elétrico), onde a fase amorfa é uma mistura de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , e alguns outros óxidos de metais alcalinos, e S-glass (vidro de alta resistência), que também é amorfo, mas difere na composição (NOVAIS, 2009). Ademais, podem ser feitos de fibra de quartzo, que é pura sílica em uma forma cristalizada (LASSILA et al., 2003). Em diferentes quantidades, fibra de vidro, fibra de quartzo, e resina epóxi podem interferir na densidade desses pinos.

Existem no mercado de produtos odontológicos vários tipos de PFV. Atualmente, o Whitepost<sup>®</sup> (FGM produtos odontológicos, Joinville, Santa Catarina – SC, Brasil) e o Reforpost<sup>®</sup> (Angelus, Londrina, Paraná – PR, Brasil) vêm sendo bastante utilizados em pesquisas e nos tratamentos odontológicos (BOING et al., 2017; JAYASENTHIL et al., 2016; PENELAS et al., 2016; RODRIGUES et al., 2017; SUBASH et al., 2017;).

O Whitepost<sup>®</sup>, de acordo com o fabricante, é um PFV que apresenta em sua constituição fibras de vidro e resina epóxi de alta resistência mecânica, atuando como reforço intrarradicular da estrutura dental e promovendo a retenção para o material restaurador definitivo ou núcleo de preenchimento, no caso de restaurações indiretas. Apresenta dupla conicidade, excelente adaptação, preservando ao máximo a dentina intrarradicular para o alojamento do pino e possuindo maior resistência na região cervical.

O Reforpost<sup>®</sup> é constituído, aproximadamente, por 80% de fibras vidro e diferencia-se do Whitepost<sup>®</sup>, por apresentar em formato paralelo, cônico apicalmente, e com retenções. Além disso, apresenta filete metálico de aço inoxidável, correspondendo a 1% da sua composição, em seu interior para proporcionar melhor visualização do canal radicular.

Diante da impossibilidade de utilização de um PFV, podem ser utilizados os núcleos metálicos fundidos. Os núcleos metálicos fundidos são, sem dúvida, os mais utilizados no processo de restauração de dentes tratados endodonticamente com ampla destruição coronária devido a cárie, traumatismos e hábitos parafuncionais. Sua vantagem é que não há necessidade de preenchimento posterior, já que a porção coronal é confeccionada no laboratório em dimensões preestabelecidas (ARAÚJO et al., 2013; LOURO; VIERA; FIRME, 2008).

Esses retentores são confeccionados em peça única, pela técnica direta, utilizando resina acrílica Duralay<sup>®</sup> e oferecendo a vantagem de melhor adaptação às paredes dos canais

radiculares. No entanto, são passíveis de corrosão, não estéticos, rígidos e, devido a isso, transmitem muita tensão ao dente, não reforçando a estrutura radicular, pois não se unem a estrutura dentária.

Além disso, há a possibilidade de induzirem a concentração de tensões no ápice radicular, por apresentarem módulo de elasticidade superior ao da dentina, quando dá incidência de forças laterais no dente, podendo levar à fratura. O maior problema clínico longitudinal decorrente de raízes de dentes gravemente comprometidos tratados com NMF é o elevado percentual de fraturas radiculares em curto e médio prazo (LOURO; VIERA; FIRME, 2008).

Por meio da técnica da cera perdida, os NMF podem ser fundidos a partir de diversos tipos de ligas metálicas nobres, como as áureas e prata-paládio, ou básicas, tipo cobalto-cromo, níquel-cromo e cobre-alumínio, dentre outras. As ligas mais utilizadas são as de níquel-cromo, por serem de fácil manuseio e baixo custo (ARAÚJO et al., 2013). Nessa liga metálica, o níquel é o metal base, sendo fundamental na formação de solução sólida com o cromo. O cromo possui a função de assegurar a resistência à corrosão da liga, agindo com outros elementos como endurecedor na solução sólida, elevando as propriedades mecânicas da liga. Outros endurecedores são o molibdênio, o tungstênio, o ferro, o cobre, o berílio. O molibdênio reduz a ductilidade das ligas. O silício em até 3,5% tem a função de aumentar a ductilidade da liga. Já o alumínio é adicionado para aumentar a resistência da solução sólida com a precipitação da fase  $Ni_3Al$ , que atua como endurecedor da liga. De todos os constituintes, o carbono é o mais crítico. Pequenas variações na composição deste elemento têm um efeito pronunciado na resistência, dureza e ductilidade da liga (ALKMIN, 2011).

Devido à alta densidade e alto número atômico dos constituintes das ligas metálicas, em imagens de TCFC, ocorre a formação de artefatos, dificultando a avaliação das estruturas afetadas. Em casos de fraturas radiculares, a presença desses artefatos pode levar a resultados falsos-positivos, pois seu aspecto mimetiza linhas e/ou halos hipodensos como as fraturas, e linhas hiperdensas, mascarando as fraturas existentes (JAKOBSON et al., 2014).

O índice de fraturas em primeiros pré-molares superiores tratados endodonticamente e com pinos intraradiculares é elevado, pois são dentes birradiculares, apresentando as suas raízes separadas, na maioria dos casos (JAKOBSON et al., 2014). Além disso, a sobreposição anatômica de tecidos adjacentes dificulta a visualização da raiz palatina em radiografias periapicais (HASSAN et al., 2009; JUNQUEIRA et al., 2013). A TCFC é um método de diagnóstico promissor e que pode auxiliar na avaliação de pré-molares birradiculares

(ABDNIAN et al. 2016; BRADY et al. 2013). No entanto, a expressão de artefatos é diferente entre os sistemas de TCFC ao se utilizar diferentes parâmetros de exposição e materiais intracanaís (VASCONCELOS et al., 2014).

Diante do exposto, esse estudo teve por objetivo avaliar quantitativamente por um método objetivo os artefatos formados em imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico de dentes birradiculares, utilizando diferentes valores de miliamperagem e materiais intracanaís.



## 2 OBJETIVOS

### 2.2 Objetivo geral

- ❖ Avaliar quantitativamente e objetivamente os artefatos formados em imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico de dentes birradiculares, utilizando diferentes valores de miliamperagem e materiais intracanaís.

### 2.3 Objetivos específicos

- ❖ Avaliar quantitativamente os artefatos formados por dentes birradiculares obturados passivamente com Guta-Percha, pinos de fibra de vidro Whitepost® e Reforpost® e núcleo metálico fundido Nicr;
- ❖ Analisar quantitativamente os artefatos formados por dentes birradiculares obturados passivamente com diferentes materiais intracanaís escaneados a 2,5 mA, 4mA, 6,3 mA, 8mA e 12 mA;
- ❖ Examinar quantitativamente os artefatos formados por dentes birradiculares obturados passivamente utilizando duas técnicas de obturação intracanal de pinos de fibra de vidro;
- ❖ Avaliar o tipo de artefato (hiperdenso e hipodenso) decorrente de diferentes materiais intracanaís;
- ❖ Avaliar e correlacionar o tipo de artefato (hiperdenso e hipodenso) decorrente da utilização de diferentes valores de miliamperagem;

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.2 Delineamento do estudo**

Tratou-se de um estudo *Ex Vivo*.

#### **3.3 Local do estudo**

Este estudo foi realizado nos Laboratórios de Prótese Dentária e Endodontia do Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB para procedimentos de caracterização da amostra.

Para aquisição das imagens, a pesquisa foi desenvolvida na Associação Brasileira de Odontologia (ABO) - Seção Paraíba, em que foi utilizado o sistema de TCFC CS 9000 3D (Carestream Dental Rochester, NY, EUA).

#### **3.4 Aspectos éticos**

O projeto foi cadastrado na Plataforma Brasil (ANEXO A) e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (CEP) da Universidade Estadual da Paraíba com aprovação sob o número CAAE: 70591017.8.0000.5187 (ANEXO B). A pesquisa seguiu os preceitos da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e esteve em conformidade com a Declaração de Helsinque.

O Termo de doação de dentes (ANEXO C) foi assinado pelo dentista que realizou as exodontias. Uma vez que não foi possível identificar os indivíduos doadores dos dentes, sujeitos da pesquisa, não foi aplicado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).

O Termo de retirada do crânio e da mandíbula do Laboratório de Morfofisiologia do Curso de Odontologia do CAMPUS VIII/UEPB foi assinado pelo diretor do Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde-CCTS UEPB (ANEXO D).

### 3.5 Amostra

Foram selecionados 15 primeiros pré-molares superiores birradiculares, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão na análise de radiografias periapicais digitais, utilizando-se o aparelho de raios - X Expert DC (Gendex<sup>®</sup> Dental System, Itália) e as placas de armazenamento de fósforo número 2 do sistema radiográfico digital Digora Optime<sup>®</sup> (Milwaukee, WI, EUA), com 70 kV, 7 mA, tempo de exposição de 0,13 segundos e distância foco-filme de 32 cm. Todos os dentes foram inspecionados por transiluminação para verificar a ausência de fraturas radiculares.

Dentes que apresentaram raízes completamente formadas, canal radicular único em cada raiz e raízes mais paralelas possível, foram incluídos no estudo.

Dentes que apresentaram fraturas radiculares, nódulos pulpares, reabsorção interna e/ou externa, tratamento endodôntico prévio, multiplicidade de canais e anomalias foram excluídos do estudo.

### 3.6 Caracterização da amostra

Todos os dentes foram escaneados com diferentes materiais intracanaís, de acordo com o quadro a seguir:

**Quadro 1.** Materiais intracanaís utilizados nas raízes dentárias.

15 DENTES	RAIZ VESTIBULAR	RAIZ PALATINA
	SEM MATERIAL	SEM MATERIAL
	GUTA –PERCHA	GUTA-PERCHA
	GUTA-PERCHA	REFORPOST <sup>®</sup>
	GUTA-PERCHA	WHITEPOST <sup>®</sup>
	REFORPOST <sup>®</sup>	REFORPOST <sup>®</sup>
	WHITEPOST <sup>®</sup>	WHITEPOST <sup>®</sup>
	NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO	NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO

### 3.7 Preparo da amostra

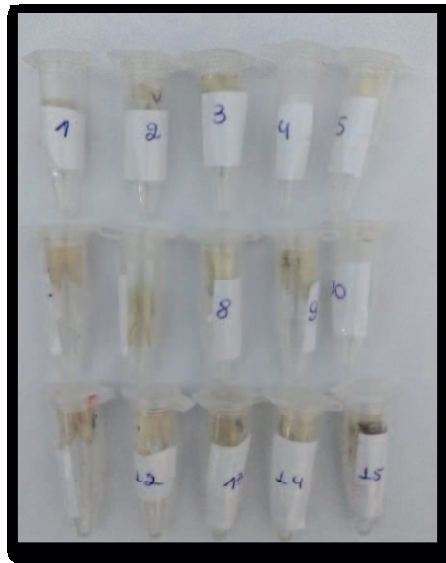
Os dentes pertencentes à amostra foram submetidos à raspagem radicular e alisamento da superfície, com auxílio de cureta periodontal (Trinity Odontologia, São Paulo, SP, Brasil). Em seguida, foram esterilizados em autoclave (M9UltraClave Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e imersos em solução salina de NaCl 0,9% (ADV, Nova Odessa, São Paulo, Brasil).

Os espécimes selecionados tiveram sua porção coronária removida (Figura 1) por meio de um corte perpendicular ao longo eixo da raiz, na altura da junção amelocementária com auxílio de um disco diamantado (KG Sorensen, Zenith Dental ApS, Agerskov, Dinamarca) e micromotor elétrico (LB 100, Beltec, Araraquara, SP, Brasil). Em seguida os dentes foram inseridos separadamente em tubos de polipropileno, tipo Eppendorf (Micro Test Tubes 3810X standard - Eppendorf do Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil), com solução salina (NaCl 0,9% - ADV, Nova Odessa, São Paulo, Brasil), identificados numericamente (Figura 2) e dispostos em um suporte, facilitando sua localização.



**Figura 1.** Dente com porção coronária removida.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

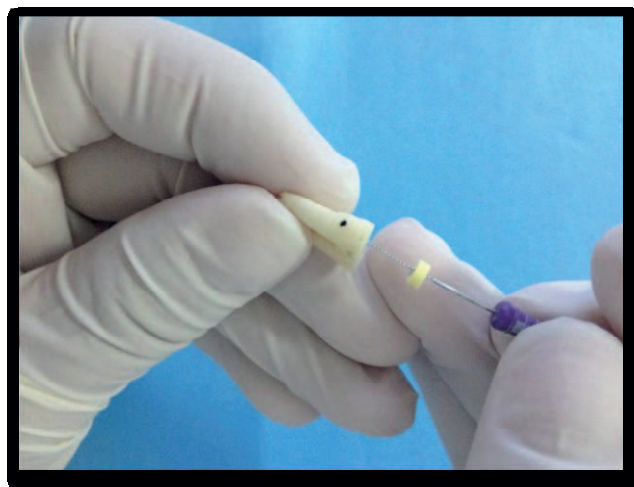


**Figura 2.** Dentes em Eppendorf enumerados.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

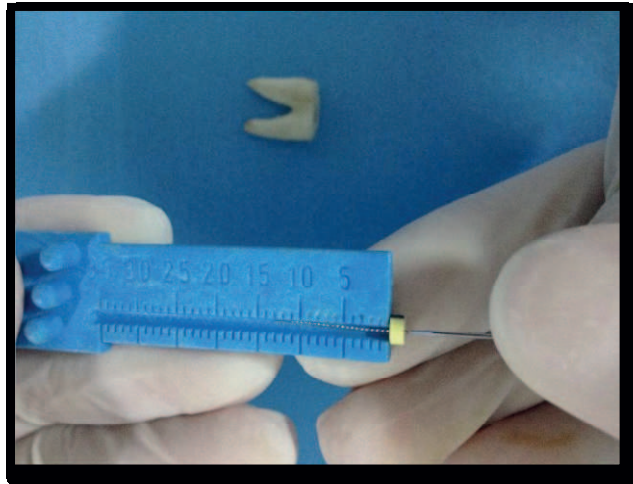
### 3.7.1 Preparo do canal radicular

Os dentes tiveram os canais radiculares irrigados com 2ml de hipoclorito de sódio a 2,5% (Ciclo farma, Serrana, SP, Brasil) com auxílio de uma seringa para irrigação (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha Endo-Enze (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). O comprimento de trabalho foi medido (figuras 3 e 4) e os dentes foram instrumentados com o sistema Reciproc R40 (VDW, Munique, Alemanha) (Figura 5). O diâmetro final do conduto correspondeu a  $1/3$  do diâmetro da raiz, o que foi respeitado até a última etapa para efeitos de comparação de áreas.



**Figura3.** Verificação do comprimento de trabalho (Parte 1).

**Fonte:** Pesquisadora responsável.



**Figura4.** Verificação do comprimento de trabalho (Parte 2).

**Fonte:** Pesquisadora responsável.



**Figura 5.** Instrumentação do SCR.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

Finalizada a instrumentação, os canais radiculares passaram por uma irrigação final com 2ml de ácido etileno diamino tetracético (EDTA) a 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda, Ibiporã, PR, Brasil), por 3 min. sendo agitado com o auxílio de uma lima manual tipo k 15.

### 3.7.2 Obturação dos canais radiculares

Após a instrumentação dos canais radiculares, os dentes foram obturados pela técnica de Compactação Termomecânica. Para isso, foram utilizados cones de Guta-Percha do sistema Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) que possuíam a mesma conicidade dos instrumentos utilizados, além do cimento Sealer 26 (Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil), com sua manipulação seguindo as recomendações do fabricante.

Esta técnica de Compactação Termomecânica foi executada por meio da adaptação de um cone de guta-percha (Reciproc R40, VDW, München, Alemanha) de tamanho e conicidade idênticos ao instrumento utilizado no preparo mecânico (figura 6), seguida de pincelamento do cimento nas paredes do conduto e inserção do cone no comprimento real de trabalho (CRT).



**Figura 6.** Inserção do cone de guta-percha e cimento nos canais radiculares.

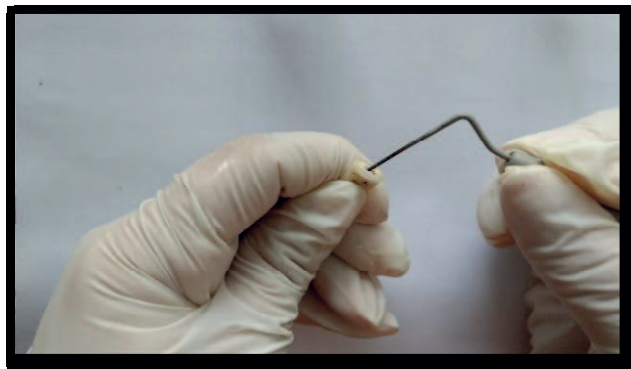
**Fonte:** Pesquisadora responsável.

O termocompactor PacMac 45.04 de 21 mm (SybronEndo Dental Specialties, Glendora, CA, EUA) montado em contra-ângulo com rotação para a direita, foi inserido ao lado do cone (Figura 7). Quando acionado, em movimentos de bicada, o instrumento gerou fricção, amoleceu a guta-percha e a impulsionou apicalmente. A massa plástica foi compactada verticalmente com calcador frio (Figura 8).



**Figura 7.** Compactação termomecânica.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.



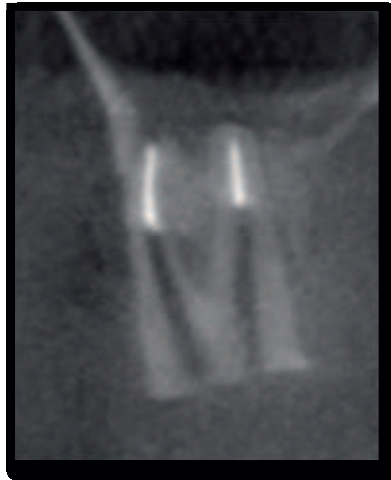
**Figura 8.** Compactação vertical.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

### 3.7.3 Materiais intracanaís utilizados

Todos os dentes foram desobturados até  $2/3$  do comprimento do canal obturado (Figura 9) (Broca Largo Peeso nº 1 e nº 2, DENTSPLY/MAILLEFER, Brasil). Com o comprimento adequado, cones de guta-percha (Reciproc R40, VDW, München, Alemanha) (Figura 10), pinos de fibra de vidro Reforpost<sup>®</sup> (Angelus, Londrina, Paraná – PR) (Figura 11) e Whitepost<sup>®</sup> (FGM produtos odontológicos, Joinville, Santa Catarina-SC) (Figura 12) foram adaptados passivamente. Além disso, os canais radiculares foram moldados para confecção de núcleos metálicos fundidos.





**Figura 9.** Imagem de TCFC, 75kV, 12mA (dente desobturado).

**Fonte:** Pesquisadora Responsável.



**Figura 10.** Cones de Guta –Percha.

**Fonte:** Pesquisadora respnsável.



**Figura 11.** Pino de Fibra de Vidro Reforpost®.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

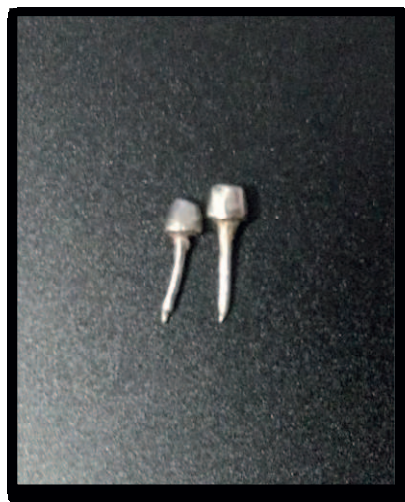


**Figura 12.** Pino de fibra de vidro Whitepost®.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

### 3.7.3.1 Confeção dos núcleos metálicos fundidos

A confecção dos núcleos metálicos foi realizada pela técnica direta, que consistiu na cópia idêntica da anatomia interna dos condutos radiculares. Inicialmente, foram desobturados 2/3 do comprimento do canal obturado (Broca Largo Peeso nº 1 e nº 2, DENTSPLY/MAILLEFER, Brasil). Com o limite adequado, os núcleos (Figura 13) foram confeccionados em resina acrílica (Duralay) (Reliance Dental 13 Co, Worth, EUA), padrão para fundição, para a moldagem do conduto e enviado ao laboratório protético para fundição.



**Figura 13.** Núcleos metálicos fundidos.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

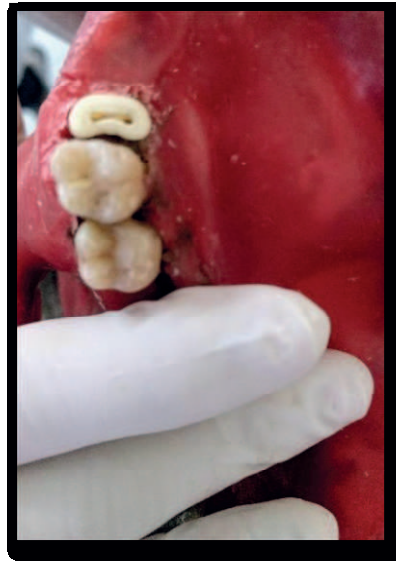
### 3.8 Preparo do crânio e da mandíbula

Para simular a interferência dos tecidos moles na formação da imagem, a amostra foi posicionada em um crânio e mandíbula. Os mesmos foram recobertos com uma camada de 5 mm de espessura de cera rosa nº 7 (Figura 14). Os dentes foram posicionados no alvéolo de um pré-molar superior direito envoltos por uma fina camada de cera rosa nº 7 (Figura 15). O conjunto crânio/mandíbula foi colocado em uma caixa de isopor retangular contendo água para simular uma situação clínica. Outros dentes (sem restaurações metálicas) foram posicionados nos alvéolos inicialmente vazios para simular a arcada de um paciente dentado (adaptado de PINTO et al., 2017).



**Figura 14.** Crânio e mandíbula recobertos por cera.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.



**Figura 15.** Dente posicionado no alvéolo.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

### 3.9 Aquisição das imagens

As tomografias computadorizadas de feixe cônico foram adquiridas utilizando o sistema CS 9000 3D (Carestream Dental) que apresenta um feixe cônico com sensor CMOS de fibra óptica, escala de cinza de 16 bits, campo de visão fixo de 5cm x 3,75cm, utilizando a voltagem do tubo de 75 kV, cinco valores de miliamperagem (2,5mA; 4mA; 6,3mA; 8mA; 12mA), voxel de 76  $\mu\text{m}$  e o tempo de exposição foi de 10,80 segundos (Figuras 16 e 17).



**Figura 16.** Sistema de TCFC CS 9000 3D.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

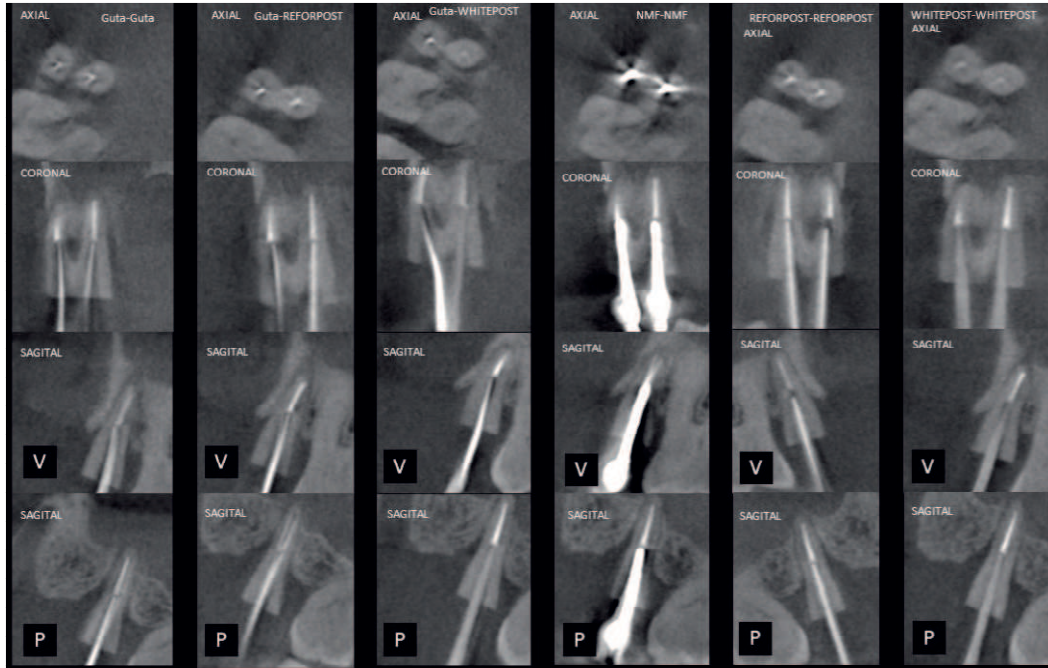


**Figura 17:** Posicionamento do crânio e mandíbula para aquisição de imagens.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

O escaneamento foi realizado em todos os dentes, variando a condição das raízes (tipo de material utilizado) (Figura 18) e valores de miliamperagem. Foi realizado sob sete condições radiculares e cinco valores de miliamperagem, totalizando 525 volumes de TCFC (15 dentes x 7 condições x 5 valores de miliamperagem), de acordo com o quadro 2.

As imagens tomográficas foram salvas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para posterior visualização no programa próprio do sistema utilizado (CS 3D Imaging Software - Carestream Dental Rochester, NY, EUA).



**Figura 18.** Diferentes reconstruções multiplanares e materiais intracanaís utilizados (Escaneamento a 12mA).

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

**Quadro 2.** Detalhamento do processo de aquisição das imagens de TCFC.

	<b>RAIZ</b>	<b>RAIZ</b>	<b>Quilovoltagem</b>	<b>Miliampareagem</b>
	<b>VESTIBULAR</b>	<b>PALATINA</b>	<b>(kV)</b>	<b>(mA)</b>
15 DENTES	SEM MATERIAL INTRACANAL	SEM MATERIAL INTRACANAL	75 kV Parâmetro fixo	❖ 2,5 mA ❖ 4mA ❖ 6,3mA ❖ 8mA ❖ 12mA
	GUTA – PERCHA	GUTA-PERCHA		
	GUTA-PERCHA	REFORPOST®		
	GUTA-PERCHA	WHITEPOST®		
	REFORPOST®	REFORPOST®		
	WHITEPOST®	WHITEPOST®		
	NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO	NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO		

### 3.10 Treinamento e calibração

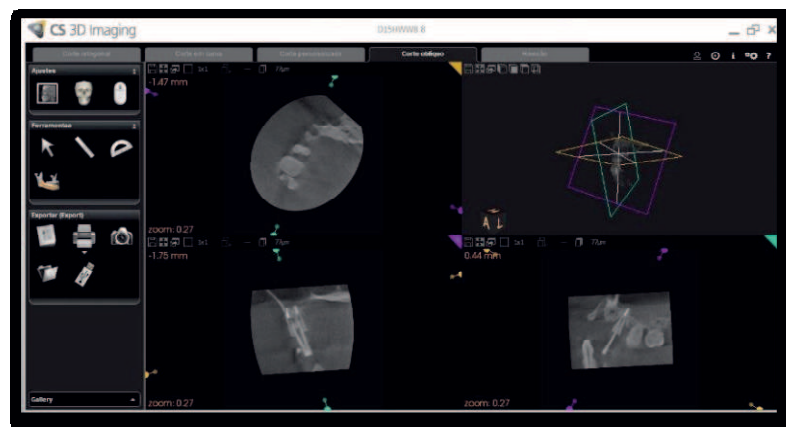
As análises quantitativas foram realizadas por um único observador, devido a natureza objetiva da imagem, utilizando a ferramenta threshold do programa ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>).

### 3.11 Análise das imagens

#### 3.11.1 Análise quantitativa

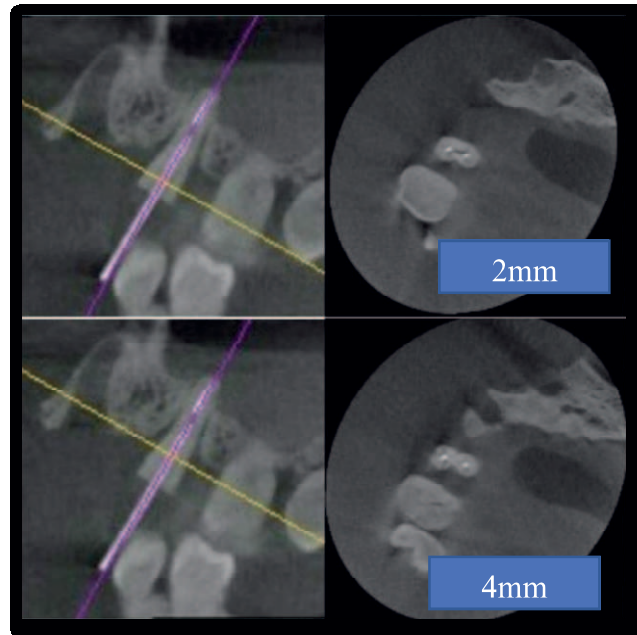
De modo quantitativo, a presença dos artefatos foi mensurada através do programa livre ImageJ, de acesso aberto, versão 1.41 (desenvolvido pelo *National Institute of Health* (NIH), Bethesda, MD, EUA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>), que dispõe de ferramentas que possibilitam o uso de filtros, parâmetros de segmentação e realização de mensurações.

Cada conjunto de arquivos DICOM (dentes vazios e com diferentes materiais adaptados passivamente) foi lido no software nativo do scanner (Figura 19) e foram rotacionados no sentido do longo eixo do dente e duas reconstruções multiplanares axiais das raízes foram selecionadas e exportadas como uma imagem de Tiff. As reconstruções representavam o terço cervical e médio dos materiais, sendo selecionadas a 2mm e 4 mm respectivamente, da junção amelocementária (onde foi feito o corte para separar a coroa da raiz) (Figura 20).



**Figura 19.** CS3D Imaging Software.

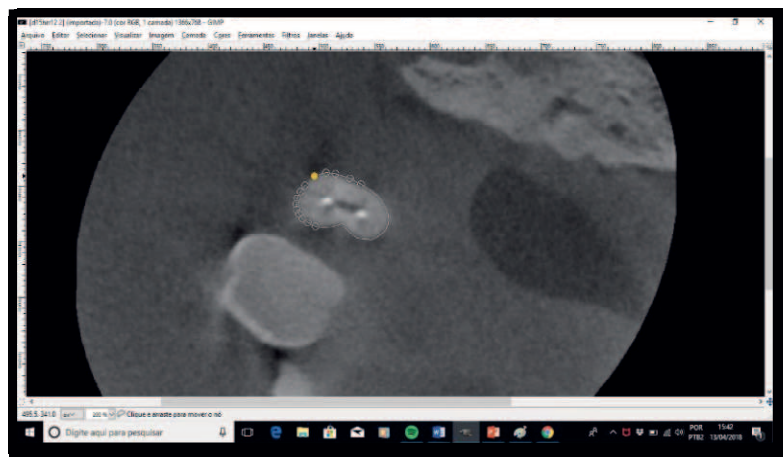
**Fonte:** Pesquisadora responsável.



**Figura 20:** Reconstruções a 2mm e 4mm da junção amelocementária.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

As reconstruções axiais foram importadas no software GNU Image Manipulation Program (GIMP) (versão 2.8.14. A Equipe GIMP, EUA, disponível em: <http://www.gimp.org/>) e a região correspondente a toda área de raiz foi selecionada com a ferramenta de seleção livre visualizadas com um zoom de 200x (Figura 21). As imagens resultantes foram fixadas em escala de 8 bits (256 níveis de cinza), salvas com um plano de fundo preto no formato JPEG e importados para ImageJ (Figura 22).



**Figura 21.** Seleção da área correspondente ao dente no Gimp.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.



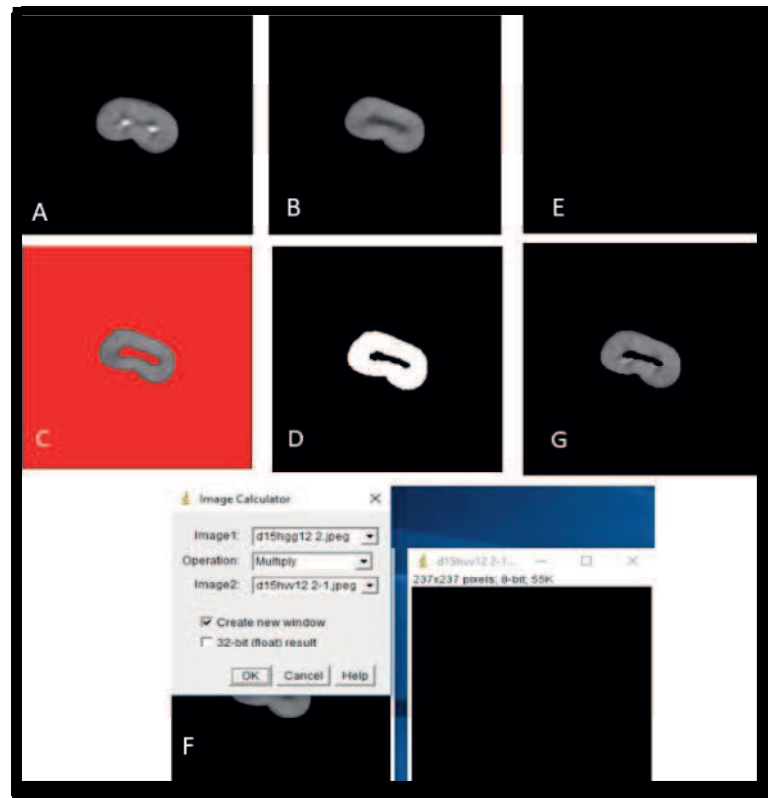


**Figura 22.** Imagem da área correspondente ao dente salva em plano de fundo preto.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

Para remoção da área correspondente aos materiais intracanal nas imagens com os materiais adaptados passivamente, que no caso não correspondiam ao artefato de imagem, foi feita uma sobreposição entre as imagens do dente sem material intracanal e do dente com o material adaptado passivamente. Visualmente o avaliador teve o cuidado de verificar as mesmas reconstruções multiplanares axiais entre os dentes com e sem material intracanal. Esse processamento foi realizado no programa image J, nos dois terços (cervical e médio) para a aquisição de uma imagem final de cada reconstrução axial.

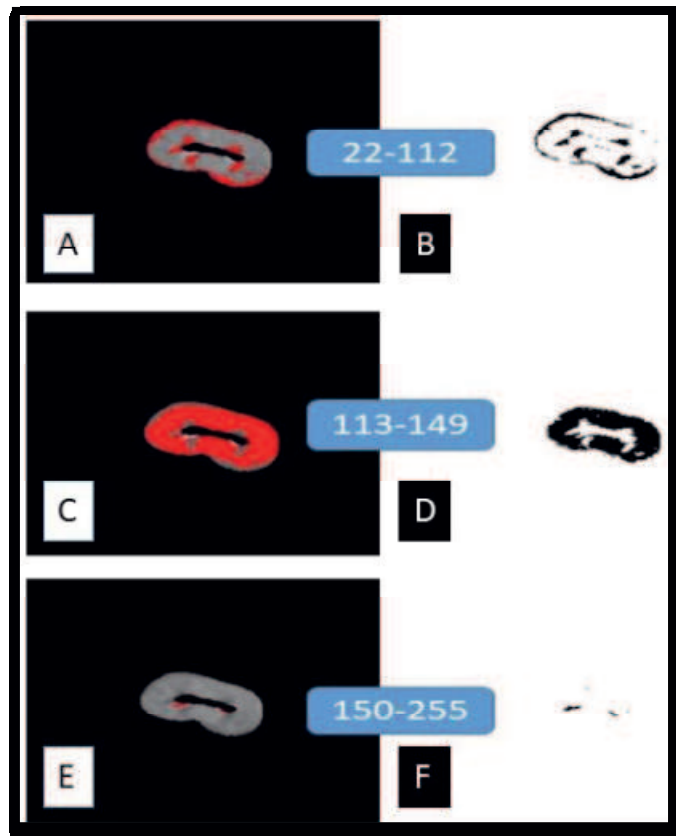
Para o processamento das imagens, a imagem do dente vazio foi duplicada e foi aplicada a ferramenta Threshold de forma a selecionar o conduto sem material intracanal juntamente com o plano de fundo (região preta) (Figura 23 - A, B, C). Com a imagem estabelecida, foi aplicado um binário (Figura 23 - D), isto é, determinou que a parte selecionada ficasse correspondente a 0 (Zero) e a parte livre, no caso dentina, fosse igual a 255. Para possibilitar o processo, o binário deveria ficar como zero e 1, logo foi feita a subtração de 254. A área do material e plano de fundo ficou correspondente a 0 e a dentina a 1 (Figura 23 - E). Foi feito então o processamento do cálculo da imagem, que no programa é uma multiplicação, do binário que tem o conduto sem material intracanal e dentina com a imagem com o material e dentina (Figura 23 - F). Como resultado, a parte da imagem correspondente ao material foi excluída da imagem final (Figura 23 - G).



**Figura 23.** Processamento da imagem no programa Image J.

**Fonte:** Pesquisadora responsável.

A ferramenta Threshold do ImageJ também foi utilizada para determinar as áreas de artefatos hipodensos de imagem num limite de acordo com os valores de pixel da imagem avaliados (um intervalo mínimo de 22 e máximo de 112 tons) (Figura 24 – A, B). Os mesmos passos foram utilizados para quantificação dos artefatos hiperdensos (limiar dos artefatos hiperdensos, com intervalo mínimo de 150 e máximo de 255 tons) (Figura 24 – E, F). O remanescente de dente (imagem dental preservada) foi o intervalo complementar entre o artefato hipodenso e o hiperdenso (mínimo de 113 e máximo de 149) (Figura 24 – C, D).



**Figura 24.** Quantificação dos artefatos.

**Fonte:** Pesquisadora Responsável.

Foram obtidas as áreas correspondentes ao artefato hipodenso, ao artefato hiperdenso e a imagem dental preservada. Em seguida, as porcentagens dessas áreas foram calculadas com base em cada valor de área dividido pela soma de todas as áreas

### 3.12 Análise estatística

Os dados foram tabulados e todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistica 13.3 (Statsoft, EUA).

#### 3.12.1 Análise Inferencial

A comparação entre os parâmetros testados foi realizada utilizando os princípios básicos da análise inferencial (GRANATO; de ARAÚJO CALADO; JARVIS, 2014). Primeiramente, os dados foram verificados quanto à homocedasticidade, utilizando-se o teste de Brown-Forsythe e a análise de variância one-way (ANOVA - dados homocedásticos) ou Welch-ANOVA (dados heteroscedásticos) foram aplicados. Em todos os casos, as médias foram

comparadas usando o teste de diferença significativa honesto de Tukey, assumindo valores de probabilidade abaixo de 0,05 para denotar diferenças entre os parâmetros.

### 3.12.2 Análise de Correlação

A análise de correlação foi realizada para verificar qualquer possível associação estatística entre artefato hipodenso (%), valores preservados da imagem dental e artefato hiperdenso para cada fator (agente de preenchimento) testado. Primeiramente, a normalidade dos dados foi formalmente verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e, em todos os casos, os dados mostraram uma distribuição não normal ( $p < 0,05$ ). Portanto, o coeficiente de correlação de Spearman-rank foi calculado e a significância de tais correlações foi denotada quando os valores de probabilidade estavam abaixo de 0,05 (de OLIVEIRA et al., 2015).

### 3.12.3 Análise por componentes principais

Como havia uma correlação significativa entre as respostas, uma projeção multivariada de amostras de teste foi feita usando análise de componentes principais (PCA). Para tanto, os dados foram agrupados ( $n = 15$  dentes de análise por grupo) de forma que cada fator (agente de preenchimento), a matriz foi composta por 10 amostras e 3 respostas, totalizando 30 pontos de dados para cada PCA separado. Além disso, todos os fatores foram incluídos em uma PCA com o objetivo de comparar todos os dados simultaneamente. Esse conjunto de amostras foi composto por 60 amostras e três respostas, totalizando 180 pontos de dados. Com o objetivo de padronizar as unidades, a matriz de dados foi auto escalonada para a variância unitária e a PCA foi baseada na análise de correlação, onde as variâncias foram calculadas como somas dos quadrados /  $n-1$  (GRANATO et al., 2018).

## **4 RESULTADOS**

Como optou-se pela apresentação da dissertação em forma de artigo, os resultados serão descritos de acordo com as normas da revista *Dentomaxillofacial Radiology*.

## 5 ARTIGO

### **Assessment of different intracanal materials artifacts on double - rooted teeth**

Elisa Diniz de Lima<sup>1</sup>

Ana Priscila Lira de Farias Freitas<sup>1</sup>

Fernanda Clotilde Mariz Suassuna<sup>1</sup>

Saulo Leonardo Sousa Melo<sup>2</sup>

Patricia Meira Bento<sup>1</sup>

Daniela Pita de Melo<sup>1</sup>

1- Department of Dentistry, State University of Paraíba, Campina Grande-PB, Brazil;

2- Department of Oral Pathology, Radiology & Medicine, University of Iowa, Iowa City, Iowa, USA;

**Running Title: CBCT intracanal material artifacts**

## ABSTRACT

This study aims to evaluate objectively the type and intensity of artifacts from different intracanal materials under different exposure parameters on double-rooted teeth. **Methods:** The sample consisted of fifteen double-rooted premolars divided in 7 groups according to intracanal materials: without intracanal material, gutta-perch in both roots, gutta-percha in the buccal root and Whitepost® fiberglass post in the lingual root, gutta-percha in the buccal root and Reforpost® fiberglass post in the lingual root, Whitepost fiberglass post in both roots, Reforpost fiberglass post in both roots and NiCr metal post in both roots. The sample was scanned using CS 9000 3D scanner with five exposure protocols: 75kV, 0.076mm and 2.5mA, 4mA, 6.3mA, 8mA and 12mA. The presence of artifact was assessed quantitatively by one trained observer, using Image J software. All analyses were conducted considering the 95% confidence level ( $p < 0.05$ ). **Results:** The inferential analysis showed that roots filled with metal posts present higher hypodense and hyperdense artifact mean values, while, Whitepost® fiberglass post in both roots present less artifacts. All materials presented higher hypodense artifact formation than hyperdense artifact, and higher exposure parameters presented higher artifact formation. **Conclusion:** Lower exposure protocols and fiberglass posts present less image artifacts in CBCT images.

*Keywords:* Imaging, Three-Dimensional; Cone-Beam Computed Tomography; Artifacts

Corresponding author:

Daniela Pita de Melo  
Rua Baraúnas, 351  
Bairro Universitário  
Campina Grande-PB  
58429-500  
Fone/Fax: 83 3315.3300  
e-mail: danipita@gmail.com

## INTRODUCTION

Cone Beam Computed Tomography (CBCT) has become accessible to clinicians in the last decades, spreading the use of three-dimensional images and disseminating higher quality images for diagnosis in the dental/maxillofacial field. Although CBCT has been of great relevance for oral and maxillofacial professionals, image artifacts, especially metal artifacts, impair the detection of some lesions as dental root fractures and root perforation in teeth with intracanal materials. This subject has been the aim of various previously published studies using different intracanal materials as gutta-percha (1-4) different metal posts (2, 3, 5, 6) and fiberglass posts (2, 3, 7, 8).

Fiberglass posts (FP) present as advantages similar elasticity modulus to the dentin, high mechanic resistance, biocompatibility, availability in different forms and sizes and the possibility to be cemented using the adhesive technique. These characteristics are important as they transmit less tension to the remaining tooth structure; make FP none-corrosive; permit the preservation of radicular dentin during intracanal preparation; and present better adhesion between the post and remaining dental structure (9). FP is indicated as intracanal material of choice for teeth with great coronal destruction by caries, trauma or extensive restorations, as it decreases the probability of posttreatment fractures (10); however, its use is only possible in teeth with at least 2 mm of remaining coronary tissue (11).

Intracanal materials must present certain radiopacity so they can be distinguished from the intracanal space and its interface with dental tissues can be easily observed in radiographic images (12). There are many brands of FP in the market, most of them are composed of fiberglass, epoxy resin of high mechanic resistance that acts as intracanal dental structure reinforcement and provides retention of the restoring material, like Whitepost® (FGM,



Joinville, Brazil) which has been used in previous studies for artifact analysis (13-17). Reforpost® (Angelus, Londrina, Brazil) is 80% constituted of fiberglass and presents an internal metal core so it can be better distinguished from the dental tissue in radiographic images; however, it may also increase its artifact formation in CBCT images.

Endodontically treated first premolars are double-rooted teeth and when restored with intracanal posts present high occurrence of fracture (18). The assessment of the roots using bidimensional images may be difficult due to the superimposition of adjacent dental tissues, which impairs the visualization of the lingual root in periapical radiographs (19-20). CBCT plays a great role as an alternative image method for teeth with multiple roots, as first premolars (21-22); however, intracanal restored multiple rooted teeth may present more artifacts than single-rooted teeth.

Post preparation can significantly weaken the root, although it reinforces the remaining coronal tooth structure, and minimal enlargement and shaping of the canal is advised (23). The quantity of artifact in double-rooted teeth may also vary depending on the intracanal material used for each root. Double-rooted maxillary premolars can be restored using a narrow diameter FP in the lingual canal for anchorage and a composite core utilizing the remaining pulp chamber (23) and the buccal canal remains restored with gutta-percha, or two FB posts can be used to restore both roots.

CBCT scanners allow a large variation of exposure parameters which have great influence in the generation and, therefore, the radiation dose which will expose the patient during image acquisition (24); and may intensify or minimise the image artefacts (1,3, 25). As artifacts intensity may be influenced by the dental material used, or by scanning characteristics of the CBCT scanner, the present study aimed to evaluate, objectively, the type and intensity of artifacts generated by different intracanal materials scanned using different exposure parameters using double-rooted teeth.

## **MATERIAL AND METHODS**

This *ex vivo* study was approved by the Ethics and Research Committee (n° 70591017.8.0000.5187) of the last author's institution and follows the Helsinki Declaration. Fifteen double-rooted human teeth (maxillary first premolars) extracted for therapeutic reasons, were included in the sample. All teeth were inspected by transillumination for the absence of root fractures and radiographed on phosphor plates (Digora Optime, Soredex, Tuusula, Finland) to exclude those teeth with pulp nodules, internal and/or external root resorption, previous endodontic treatment, root canal multiplicity, root canal obliteration, root fractures, or any other anomaly.

### *Sample Preparation*

After cleaning and disinfection protocols, teeth crowns were removed at the cemento-enamel junction and root canals were standardized using the Reciproc R40 system (VDW, München, Germany). Thermomechanical compression filling was then prepared to two thirds of the roots length (Peeso Long Drill n° 1 and n° 2, Dentsply/Maillefer, Brasil) for posterior intracanal post preparation and fitting.

All teeth were scanned using different intracanal materials passively fit and divided in seven groups according to the intracanal material for each root: 1- buccal and lingual roots without intracanal materials; 2- buccal and lingual roots with gutta-percha; 3- buccal root with gutta-percha and lingual root with Whitepost®; 4- buccal root with gutta-percha and lingual root with Reforpost®; 5- buccal and lingual roots with Whitepost®; 6- buccal and lingual roots with Reforpost®; 7- buccal and lingual roots with NiCr metal posts.

For scanning procedures, a dentate dry human skull was coated with a 5-mm-thick wax to simulate the interference of soft tissues in the CBCT scans. Each premolar was coated with a 0.2 mm layer of wax to be placed in an empty maxillary right 1<sup>st</sup> premolar socket. The skull was immersed in a foam box filled with water to also simulate soft tissue coverage.

### *Image Acquisition*

Each sample was scanned in all intracanal material groups. The without intracanal material sample volumes were acquired as references for evaluation of the inference of artifacts in the different intracanal materials CBCT volumes. CBCT scans were acquired using CS 9000 3D unit (Carestream Dental Rochester, New York, USA). Each tooth was examined under five mA settings: 2.5, 4, 6.3, 8 and 12 mA. Voxel size, FOV and tube voltage were fixed at 0.076 mm, 5cm x 3.75 cm and 75 kV, respectively, for all scans.

A total of 525 volumes were acquired (fifteen test teeth, without intracanal material and with six different intracanal materials combinations, in five different tube currents). The resulting dataset was exported as DICOM files and saved with a code corresponding to the tooth, intracanal materials combination study groups and exposure parameter protocol used.

### *Artifact Quantification*

For objective artifact quantification, each DICOM file was read on the scanner's native software (CS 3D imaging software, v3.1.9. Carestream Dental Inc.) and two axial slices of the root were selected and exported as a DICOM image. The slices represented the cervical, middle root thirds corresponding to the height of the preparation for the intracanal materials (2/3 of the root), being selected at 2 and 4 mm from the cemento-enamel junction, respectively. The apical portion was not evaluated as it would be restored with gutta-percha for all teeth.

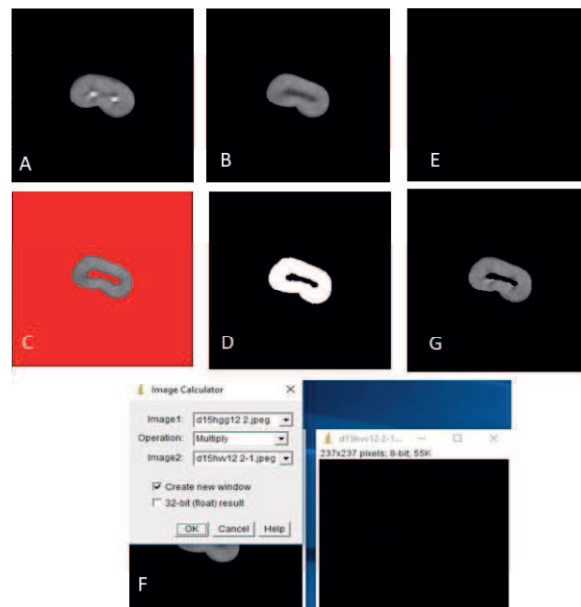
The axial images were imported into the GNU Image Manipulation Program (GIMP) (version 2.8.14, the GIMP Team, USA, available at: <http://www.gimp.org/>) and the region corresponding to the whole root area was selected with the free selection tool viewed with a zoom of 200x. The resulting images were set to 8-bit scale (256 gray levels), saved with a black background in JPEG format and imported into ImageJ (3).

To remove the area corresponding to the intracanal materials, an overlap was made between the images of the tooth without intracanal material and the tooth with the passively adapted intracanal materials. This processing was performed in the two-thirds (cervical and middle) using the imageJ software to acquire a final image of each axial slice.

For image processing, each tooth axial image without intracanal material was duplicated, and the threshold tool was applied to convert it to a binary image (0 – root canal and background and 255 - dentin). To enable the process, the binary must be zero and 1, 254 values were subtracted. Therefore, the post and background corresponded to 0 and the dentin

to 1. The image subtraction was then processed, which in this program is done using the multiplication tool, by subtracting the binary that had the empty canal and dentin from the corresponding image with the intracanal material and dentin. As a result, the portion of the image corresponding to the intracanal material was excluded from the final image (Figure 1).

Analyzing the dentin area, the threshold tool was used to determine the hypodense and hyperdense artifact areas. In an 8-bit image, with 256 gray levels, the hypodense artifacts ranged from 22 and to 112, and hyperdense artifacts ranged from 150 to 255. The remaining tooth (non-affected dental image) was the complementary range between the hypodense and hyperdense artifacts (from 113 to 149 (Figure 2). Then the percentages of these areas were calculated (adapted from Rabelo et al) (3). A total of 1050 evaluations were done (fifteen teeth, without and with six intracanal materials combinations, five different parameters, two slices).



**Figura 1.** An example of how image processing for the removal of intracanal material.; A) Image of the slice with the intracanal materials (buccal and lingual roots with gutta-percha, 12mA at 2mm); B) Image of the slice at the same point of the previous one without intracanal materials; C) Threshold tool being applied to the image without intracanal material; D) Binary image; E) Image subtracted from 254; F) Image of multiplication tool; G) Final image with the intracanal material removed.



**Figura 2.** Determination of the artifact areas; A) hypodense artifacts; B) Binary image of hypodense artifacts; C) preserved dental image area; D) Binary image of preserved dental image área; E) hyperdense artifact área; F) Binary image of hyperdense artifact.

### *Data Analyses*

Data were tabulated and statistically analyzed using Statistica 13.3 software (Statsoft, EUA).

The comparison between the tested parameters was carried out using basic principles of inferential analysis (26). Data were checked for homoscedasticity using the Brown-Forsythe test and either one-way analysis of variance (ANOVA – homoscedastic data) or Welch-ANOVA (heteroscedastic data) was applied. In all cases, the means were compared using the Tukey honest significant difference test taking on probability values below 0.05 to denote differences between parameters.

Correlation analysis was carried out to check for any possible statistical association between hypodense artifact (%), preserved dental image values, and hyperdense artifact for each facto tested. The normality of data was formally checked using the Shapiro-Wilk test and, in all cases, data showed a non-normal distribution ( $p < 0.05$ ). Therefore, the Spearman-rank correlation coefficient ( $\rho$ ) was calculated and the significance of such correlations was denoted when probability values were below 0.05 (27).

As there was a significant correlation between responses, a multivariate projection of test samples was made using principal component analysis (PCA). All factors were included in one PCA aiming to compare all data simultaneously. This sample set was composed of 60 samples and three responses, totaling 180 data points. Aiming to standardize the units, the data matrix was auto scaled to unit variance and PCA was based on correlation analysis, where the variances were computed as the sums of squares/n-1 (28).

## RESULTS

### *Inferential Analyses*

Among the evaluated intracanal materials, metal posts presented the highest quantity of hypodense and hyperdense artifacts when scanned using the parameter 12mA, followed by gutta-percha in the buccal and lingual roots at 12mA and gutta-percha in the buccal root and Reforpost® in the lingual root scanned with 12mA. The groups with Whitepost® in both roots and Reforpost® in both roots, scanned at 2.5 mA presented less hypodense artifact than all evaluated situations, especially at the 4mm slice. The groups Whitepost® in both roots and Gutta-percha in the buccal root and Whitepost® in the lingual root scanned at 2.5mA presented less hyperdense artifacts. 2.5 mA images differed statistically from 12mA images for the evaluated study variables presenting less artifacts and higher values of preserved dental image (Table 1).

**Tabela 1.** Statistical comparison of hypodense artifacts, hyperdense artifacts, and preserved dental image for the studied exposure parameters and filling materials

<b>Guta Guta</b>	2.5mA. 2mm	12.23±9.48 <sup>cd</sup>	85.60±11.36 <sup>ab</sup>	2.17±2.26 <sup>d</sup>
	2.5mA. 4mm	9.39±4.72 <sup>d</sup>	88.28±5.64 <sup>a</sup>	2.34±1.65 <sup>d</sup>
	4mA. 2mm	15.91±6.74 <sup>cd</sup>	79.79±8.65 <sup>bc</sup>	4.30±2.82 <sup>cd</sup>
	4mA. 4mm	14.46±6.16 <sup>cd</sup>	80.96±8.69 <sup>bc</sup>	4.58±3.17 <sup>cd</sup>
	6.3mA. 2mm	18.66±7.75 <sup>bc</sup>	75.91±9.91 <sup>cd</sup>	5.43±3.31 <sup>cd</sup>
	6.3mA. 4mm	15.74±9.07 <sup>cd</sup>	78.47±12.20 <sup>bc</sup>	5.80±4.84 <sup>bc</sup>
	8mA. 2mm	18.41±5.35 <sup>bc</sup>	75.15±7.28 <sup>cd</sup>	6.44±4.18 <sup>ab</sup>
	8mA. 4mm	17.98±7.38 <sup>bc</sup>	75.83±9.58 <sup>cd</sup>	6.19±3.89 <sup>ab</sup>
	12mA. 2mm	24.53±6.99 <sup>a</sup>	66.18±8.03 <sup>d</sup>	9.29±3.88 <sup>a</sup>
	12mA. 4mm	20.93±8.22 <sup>ab</sup>	72.56±10.66 <sup>cd</sup>	6.51±3.62 <sup>ab</sup>
	P-value <sup>1</sup>	0.578	0.550	0.020
	P-value <sup>2</sup>	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Guta Reforpost</b>	2.5mA. 2mm	5.99±5.59 <sup>c</sup>	92.42±6.46 <sup>ab</sup>	1.59±1.08 <sup>c</sup>
	2.5mA. 4mm	4.71±2.73 <sup>c</sup>	93.34±2.92 <sup>a</sup>	1.95±1.02 <sup>c</sup>
	4mA. 2mm	9.23±5.85 <sup>bc</sup>	87.54±7.28 <sup>bc</sup>	3.22±1.85 <sup>bc</sup>
	4mA. 4mm	8.62±4.94 <sup>bc</sup>	88.09±6.19 <sup>bc</sup>	3.29±1.49 <sup>bc</sup>
	6.3mA. 2mm	15.08±6.59 <sup>ab</sup>	80.93±8.15 <sup>dc</sup>	3.99±2.55 <sup>bc</sup>
	6.3mA. 4mm	11.31±5.18 <sup>bc</sup>	84.85±6.66 <sup>cd</sup>	3.84±1.87 <sup>bc</sup>
	8mA. 2mm	15.02±5.38 <sup>ab</sup>	80.29±7.25 <sup>de</sup>	4.70±2.54 <sup>ab</sup>
	8mA. 4mm	12.97±5.55 <sup>ab</sup>	81.88±7.70 <sup>dc</sup>	5.15±2.98 <sup>ab</sup>
	12mA. 2mm	19.01±5.65 <sup>a</sup>	73.80±7.92 <sup>e</sup>	7.19±3.64 <sup>a</sup>
	12mA. 4mm	18.41±8.62 <sup>a</sup>	76.56±9.63 <sup>de</sup>	5.04±2.30 <sup>ab</sup>
	P-value <sup>1</sup>	0.127	0.071	0.110
	P-value <sup>2</sup>	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Guta Whitepost</b>	2.5mA. 2mm	4.54±3.62 <sup>d</sup>	94.40±3.91 <sup>a</sup>	1.06±0.69 <sup>d</sup>
	2.5mA. 4mm	4.37±2.69 <sup>d</sup>	94.76±2.95 <sup>a</sup>	0.87±0.66 <sup>d</sup>
	4mA. 2mm	9.13±4.79 <sup>cd</sup>	88.77±5.36 <sup>bc</sup>	2.09±0.94 <sup>bc</sup>
	4mA. 4mm	6.05±2.93 <sup>cd</sup>	92.74±3.27 <sup>ab</sup>	1.21±0.61 <sup>d</sup>
	6.3mA. 2mm	9.44±3.32 <sup>bc</sup>	88.01±3.68 <sup>bc</sup>	2.55±0.92 <sup>b</sup>
	6.3mA. 4mm	7.96±4.70 <sup>cd</sup>	90.19±5.41 <sup>bc</sup>	1.84±0.87 <sup>bc</sup>
	8mA. 2mm	11.96±5.03 <sup>ab</sup>	84.99±4.99 <sup>cd</sup>	3.05±1.46 <sup>b</sup>
	8mA. 4mm	9.61±3.78 <sup>bc</sup>	88.55±4.13 <sup>bc</sup>	1.84±0.89 <sup>bc</sup>
	12mA. 2mm	14.29±5.69 <sup>a</sup>	80.72±6.03 <sup>d</sup>	4.99±2.02 <sup>a</sup>
	12mA. 4mm	11.26±4.44 <sup>ab</sup>	86.56±4.97 <sup>bc</sup>	2.18±1.16 <sup>bc</sup>
	P-value <sup>1</sup>	0.576	0.238±	0.001
	P-value <sup>2</sup>	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Metal Metal</b>	2.5mA. 2mm	15.00±7.00 <sup>d</sup>	76.83±9.59 <sup>a</sup>	8.16±4.58 <sup>d</sup>
	2.5mA. 4mm	15.42±6.19 <sup>d</sup>	72.17±9.07 <sup>ab</sup>	12.41±5.09 <sup>cd</sup>
	4mA. 2mm	18.61±6.41 <sup>cd</sup>	70.42±10.22 <sup>ab</sup>	10.97±5.87 <sup>cd</sup>
	4mA. 4mm	17.90±5.5 <sup>cd</sup>	68.43±7.54 <sup>bc</sup>	13.67±4.15 <sup>cd</sup>
	6.3mA. 2mm	21.84±6.32 <sup>cd</sup>	65.14±11.56 <sup>bc</sup>	13.02±6.67 <sup>cd</sup>
	6.3mA. 4mm	22.76±4.20 <sup>bc</sup>	61.35±7.14 <sup>cd</sup>	15.88±5.06 <sup>bc</sup>
	8mA. 2mm	22.65±7.20 <sup>bc</sup>	61.09±10.90 <sup>cd</sup>	16.25±6.16 <sup>bc</sup>
	8mA. 4mm	21.88±4.88 <sup>cd</sup>	59.66±6.64 <sup>cd</sup>	18.45±4.32 <sup>ab</sup>
	12mA. 2mm	25.61±5.95 <sup>a</sup>	53.85±10.92 <sup>d</sup>	20.54±7.92 <sup>a</sup>
	12mA. 4mm	25.14±5.54 <sup>ab</sup>	54.10±8.36 <sup>d</sup>	20.75±6.30 <sup>a</sup>
	P-value <sup>1</sup>	0.558	0.404	0.871
	P-value <sup>2</sup>	<0.001	<0.001	<0.001

<b>Reforpost Reforpost</b>	2.5mA. 2mm	3.16±2.75 <sup>d</sup>	95.53±3.75 <sup>a</sup>	1.31±1.33 <sup>c</sup>
	2.5mA. 4mm	2.99±3.03 <sup>d</sup>	95.47±4.15 <sup>a</sup>	1.54±1.63 <sup>bc</sup>
	4mA. 2mm	5.11±3.07 <sup>d</sup>	92.91±3.62 <sup>ab</sup>	1.98±1.39 <sup>bc</sup>
	4mA. 4mm	5.21±4.44 <sup>d</sup>	92.70±5.26 <sup>ab</sup>	2.09±1.37 <sup>bc</sup>
	6.3mA. 2mm	8.45±3.71 <sup>bc</sup>	88.65±3.67 <sup>bc</sup>	2.90±1.55 <sup>bc</sup>
	6.3mA. 4mm	7.26±3.29 <sup>bc</sup>	89.99±4.23 <sup>bc</sup>	2.75±1.31 <sup>bc</sup>
	8mA. 2mm	11.42±3.85 <sup>ab</sup>	85.05±4.11 <sup>cd</sup>	3.53±1.99 <sup>ab</sup>
	8mA. 4mm	10.66±7.49 <sup>ab</sup>	85.81±8.55 <sup>cd</sup>	3.54±2.01 <sup>ab</sup>
	12mA. 2mm	13.46±5.31 <sup>a</sup>	82.03±6.38 <sup>d</sup>	4.50±2.04 <sup>a</sup>
	12mA. 4mm	13.01±5.15 <sup>a</sup>	82.58±5.37 <sup>d</sup>	4.41±2.47 <sup>a</sup>
	P-value <sup>1</sup>	0.213	0.219	0.192
	P-value <sup>2</sup>	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Whitepost Whitepost</b>	2.5mA. 2mm	3.36±2.62 <sup>c</sup>	95.62±2.92 <sup>ab</sup>	1.03±0.79 <sup>c</sup>
	2.5mA. 4mm	2.84±2.05 <sup>c</sup>	96.37±2.34 <sup>a</sup>	0.78±0.56 <sup>c</sup>
	4mA. 2mm	5.23±3.43 <sup>bc</sup>	93.36±3.99 <sup>bc</sup>	1.41±1.24 <sup>bc</sup>
	4mA. 4mm	3.62±2.17 <sup>c</sup>	95.14±2.00 <sup>ab</sup>	1.24±0.74 <sup>bc</sup>
	6.3mA. 2mm	6.08±3.20 <sup>bc</sup>	92.15±3.51 <sup>bcd</sup>	1.78±1.26 <sup>bc</sup>
	6.3mA. 4mm	6.53±4.16 <sup>bc</sup>	91.41±4.08 <sup>bcd</sup>	2.06±1.67 <sup>bc</sup>
	8mA. 2mm	8.86±3.57 <sup>ab</sup>	88.00±4.66 <sup>d</sup>	3.14±2.48 <sup>a</sup>
	8mA. 4mm	6.73±3.38 <sup>bc</sup>	91.56±3.52 <sup>bcd</sup>	1.71±1.14 <sup>bc</sup>
	12mA. 2mm	9.45±4.92 <sup>a</sup>	87.96±5.23 <sup>d</sup>	2.59±1.38 <sup>ab</sup>
	12mA. 4mm	8.08±5.05 <sup>ab</sup>	89.96±5.23 <sup>cd</sup>	1.96±1.02 <sup>bc</sup>
	P-value <sup>1</sup>	0.034	0.018	0.253
	P-value <sup>2</sup>	<0.001	<0.001	<0.001

Note: Data are expressed as means followed by the standard deviation (n=15 teeth/parameter). <sup>1</sup> Probability values based on the Brown-Forsythe test for homogeneity of variances. <sup>2</sup> Probability values based on the one-way ANOVA (homoscedastic data) or Welch-ANOVA (heteroscedastic data). Different letters in the same column for the same factor represent statistically significant results according to the Tukey test ( $p < 0.05$ ).

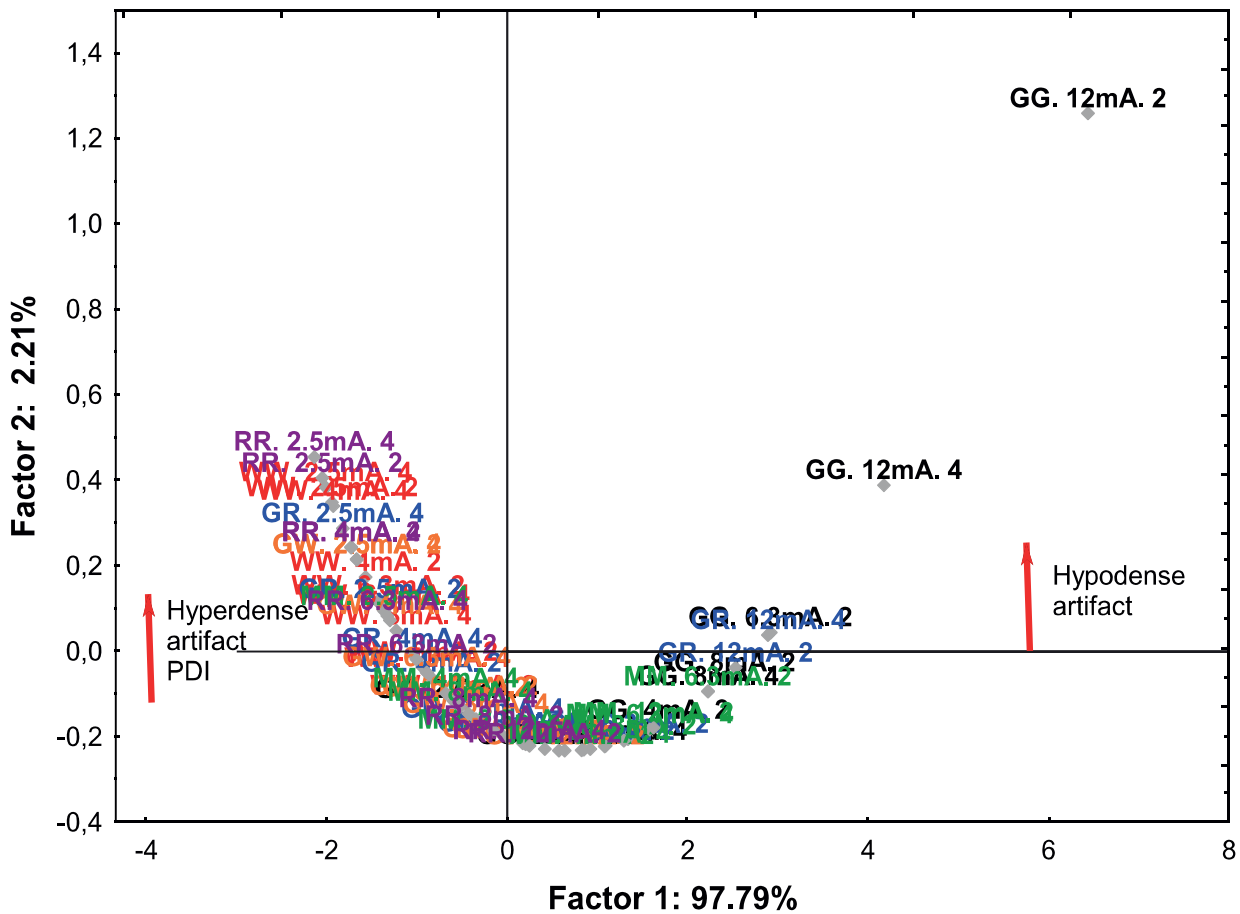
### *Correlation analysis*

The correlation analysis showed positive correlation between hyperdense and hypodense artifacts: Gutta-percha/Reforpost® (0.761), Guta-percha/Whitepost® (0.642), Gutta-percha/Gutta-percha (0.618), Reforpost®/Reforpost® (0.580), Metal/Metal (0.475) and Whitepost®/Whitepost® (0.389). However, for hypodense and hyperdense artifacts versus preserved dental image, the coefficients were negative: Metal/Metal (-0,864 and -0.822), Gutta-percha/Gutta-percha (-0,955, -0.809), Whitepost®/Whitepost® (-0.963, 0.593), Reforpost®/Reforpost® (-0.967, -0.753), Gutta-percha/Whitepost® (-0,980, -0.757) e Gutta-perch/Reforpost® (-0,986, -0.849).

Figure 3 shows that gutta-percha in both roots scanned using 12mA (at 2 mm and 4mm from the cementoenamal junction) presented more hypodense artifacts and less preserved



dental image. The groups with Reforpost and Whitepost in both roots scanned at 2.5 mA presented less hyperdense artifacts and more preserved dental image.



**Figure 3.** Principal component analysis to check for similarities/differences in hypodense artifacts, hyperdense artifacts, and preserved dental image (PDI) according to the studied exposure parameters and filling materials.

Note: GG – Gutta-perch/Gutta-percha, GR – Gutta-percha/Reforpost, GW – Gutta-percha/Whitepost, MM – Metal/Metal, RR – Reforpos®t/Reforpost®, WW – Whitepost®/Whitepost®.

## DISCUSSION

The variation of artifact expression is significantly different amongst CBCT scanners and their possible exposure parameters when evaluating intracanal materials (1). Metal restorations, crowns, brackets, metal posts and implants may impair the Compute Tomography (CT) image quality. CT and CBCT images can present a diverse number of artefacts such as beam hardening, scatter, and photon starvation, which result in different

types of image deterioration, ranging from dark and bright lines radiating from the metallic object to darkening of areas in its vicinity and even the complete loss of grey values between adjacent metallic objects (24).

According to Likubo et al (29), artifacts from intracanal materials are similar to root fractures and artifacts from gutta-percha appear in the long axis of the alveolar bone in CBCT scans (29). Artifact pattern may vary according to the position of the tooth and its shape. Double-rooted teeth restored with different intracanal material may present more artifacts than single-rooted teeth, what may lead to diagnostic impairment specially when evaluating root fractures and perforations. There are few studies in the literature using double-rooted teeth.

FP has proven to be a good alternative to metal posts regarding artifact formation (2,7); however, they are not indicated for all cases, especially when treating posterior teeth (11,30). To have success restoring with FP, a minimum ferrule is necessary, so cases where there is extensive tooth destruction should not be restored with FP. The FP placement significantly reduces failure risk for root filled premolars; however, disregard of the specific indications and contraindications can lead to failure of FP reconstructions (30).

Previous studies found that different exposure parameters did not seem to affect the degree to which artifacts are observed objectively (3) and subjectively in CBCT images (2, 3); however, in this study lower mA protocols presented less artifact formation when objectively evaluated, specially using the 2.5mA protocol. According to Gaêta-Araújo et al (31) and Neves et al (8), teeth without intracanal materials or restored fiberglass posts can be scanned using lower mA protocols without impairing root fracture detection; however, teeth restored with gutta-percha and metal post benefit from higher mA protocols for root fracture detection. Lower mAs have been shown to increase image noise; however, the image quality for diagnostic purposes remains acceptable (32); until the mA is reduced to very low levels, where a significant reduction in diagnostic accuracy is observed (33). A limitation of this

study was the lack of evaluation of the image quality besides artifact formation, what may suffer interference from lower mA protocols and may impair the diagnostic quality of those images.

Hypodense artifacts were objectively predominant for all intracanal materials studied (3), probably due to the beam hardening effect that occurs due to complete absorption of the beam by a high-density material and no exposure of the sensor (18, 34-36). In the inferential analysis, metal posts presented more hypodense artifacts than gutta-percha in both roots or in the buccal root associated to FPs; however, in the principal component analysis, when all parameters and materials were evaluated together, gutta-percha was found to be the material that presented more hypodense artifacts, in agreement with previous studies (3,37).

Gutta-percha cones commercially available are composed of organic materials (waxes, resins and gutta-percha) and inorganic materials (barium sulfate, zinc oxide). Gutta-percha radiographic radiopacity depends on the proportion of organic and inorganic materials (2, 37-38). Barium sulfate (atomic number: 56) and zinc oxide (atomic number: 30) concentrations can be directly related to gutta-percha's radiopacity and its artifact formation. In this study, the metal posts were made of NiCr which presents lower atomic numbers than other metal alloys- Ni: 28, Cr:24- what may lead to lower beam hardening effect, as higher density materials with higher atomic numbers tend to absorb more energy (49). When comparing the artifact formation of gutta-percha and noble metals metallic alloys posts, gutta-percha presented lower artifacts than gold posts (6).

FP in both roots and even FP associated with gutta-percha in the buccal root presented less hypodense artifact formation (8). Whitepost® FPs are constituted of 89% of fiberglass and 20% of epoxy resin and differ from Reforpost® because the last one has a thin metal core composed of stainless steel (1%). Reforpost®'s metal core may have interfered in the formation of hypodense artifacts, as this type of FP alone or associated with gutta-percha

presented higher hypodense artifact values than Whitepost® alone and associated with gutta-percha.

Considering hypodense and hyperdense artifacts, images scanned using 12mA when measured at 2mm from the cemento-enamel junction presented higher artifacts than lower parameters protocols (2.5mA, 4mA and 6.3mA) for all intracanal materials. Following the ALARA (As Low as Reasonably Achievable) and the ALADA (As Low as Diagnostically Acceptable) principles, lower exposure parameters can be used during image acquisition if the image quality is preserved. Lowering tube current and tube voltage can reduce the probability of biological effects due to radiation exposure, without losing diagnostic quality precision (2).

In conclusion, lower exposure protocols present less image artifacts in CBCT scans. Fiberglass posts, with and without internal metallic core, are an alternative to metal posts when the right amount of ferrule is present, with less artifact formation. Studies evaluating lower exposure protocols associated to artifact formation and image quality parameters are needed.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

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

## **REFERENCES**

1. Vasconcelos KF, Nicolielo LFP, Nascimento MC, Haiter-Neto F, Boscolo FN, Van Dessel J, et al. Artefact expression associated with several cone-beam computed tomographic machines when imaging root filled teeth. *Int Endod J.* 2014; 48(10):994-1000.
2. Pinto MGO, Rabelo KA, Sousa Melo SL, Campos PSF, Oliveira LSAF, Bento PM, 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(6):586-594.
3. Rabelo KA, Cavalcanti YW, Pinto MGO, Sousa Melo SL, Campos PSF, Oliveira LSAF, et al. Quantitative assessment of image artifacts from root filling materials on CBCT scans made using exposure parameters. *Imaging Sci Dent.* 2017; 47(3): 189-197.
4. Likubo M, Nishioka T, Okura S, Kobayashi K, Sano T, Katsumata A, et al. Influence of voxel size and scan field of view on fracture-like artifacts from gutta-percha obturated

endodontically treated teeth on cone-beam computed tomography images. *Ora Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2016; 122(5):631-637.

5. Bezerra IS, Neves FS, Vasconcelos TV, Ambrosano GM, Freitas DQ. Influence of the artefact reduction algorithm of Picasso trio CBTC system on the diagnosis of vertical root fractures in teeth with metal posts. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; 44(6):20140428.
6. Dutra KL, Pachêco-Pereira C, Bortoluzzi EA, Flores-Mir C, Lagravère MO, Corrêa M. Influence of intracanal materials in vertical root fracture pathway detection with cone-beam computed tomography. *J endod.* 2017; 43(7):1170-1175.
7. de Rezende Barbosa GL, Sousa Melo SL, Alencar PN, Nascimento MC, Almeida SM. Performance of an artifact reduction algorithm in the diagnosis of in-vitro vertical root fracture in four different root filling conditions. *Int Endod J.* 2016; 49: 500–508.
8. Neves FS, Freitas DQ, Campos PS, 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. *J endod.* 2014; 40(10):1530-1536.
9. Conceição EN. Pino intrarradicular de fibra: a revolução da qualidade, agilidade, estética. *Transinfo(internet).* 2017(acces in 2018 may 14). Available in: <http://www.angelus.ind.br/artigo-publicacao/Pino-intra-radicular-de-fibra:-A-revolucao-da-qualidade,-agilidade-e-estetica/243>.
10. Morgan LF, Martins AV, Albuquerque Rde C, Silveira RR, Silva NR, Moreira AN. Mini fiberglass post for composite resin restorations : a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2015; 115(6):654-657.
11. Zarow M, Devoto W, Saracinelli M. Reconstruction of endodontically treated posterior teeth--with or without post? Guidelines for the dental practitioner. *Eur J Esthet Dent* 2009; 4(4):312-27.
12. Rodrigues E, Salzedas LM, Delbem AC, Pedrini D. Evaluation of the radiopacity of esthetic root canal posts. *J Esthet Restor Dent.* 2013; 26(2):131-138.
13. Boing TF, Gomes GM, Gomes JC, Reis A, Gomes OM. Is the bonding of self –adhesive cement sensitive to root region and curing mode? *J Appl Oral Sci.* 2017; 25(1):2-9.
14. Jayasenthil A, Solomon –Sathish E, Venkatalakshmi-Aparna P, Balagopal S. Fracture resistance of tooth restored with four glass fiber post systems of varying surface geometries – An in vitro study. *J clin Exp Dent.* 2016; 8(1):e44-48.
15. Penelas AG, Piedade VM, Borges AC, Poskus LT, da Silva EM, Guimarães JG. Can cement film thickness influence bond strength and fracture resistance of fiber reinforced composite posts? *Clin oral investing.* 2016; 20(4):849-855.
16. Rodrigues RV, Sampaio CS, Pacheco RR, Pascon FM, Puppini – Rontani RM, Giannini M. Influence of adhesive cementation systems o the bond strength of relined fber posts to root dentin. *J prosthet dent.* 2017; 118(4):493-499.

17. Subash D, Shoba K, Aman S, Bharkavi SKI, Nimmi V, Abhilash R. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with biodentine, resin modified gic and hybrid composite resin as a core material. *J clin Diagn Res.* 2017; 11(9): ZC68-ZC70.
18. Jakobson SJ, Westphalen VP, Silva Neto UX, Fariniuk LF, Schroeder AG, Carneiro E. The influence of metallic posts in the detection of vertical root fractures using different imaging examinations. *Dentomaxillofac Radiol.* 2014; 43(1):20130287.
19. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated by a cone beam computed tomography scan. *J endod.* 2009; 35(5):719-722.
20. Junqueira RB, Verner FS, Campos CN, Devito KL, Do carmo AM. Detection of vertical root fractures in the presence of intracanal metallic post: a comparison between periapical radiography and cone-beam computed tomography. *J endod.* 2013; 39(12):1620-1624.
21. Abdnian M, Razavian H, Jenabi N. In vitro comparison of cone beam tomography with digital periapical radiography for detection of vertical root fracture in posterior teeth. *J dent Shiraz.* 2016; 17(2):84-90.
22. 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; 47(8):735-746.
23. McComb D. Restoration of the endodontically treated tooth. *Peak.* 2008.
24. Pauwels R, Stamatakis H, Bosmans H et al. Quantification of metal artifacts on cone beam computed tomography images. *Clin Oral Implants Res.* 2013; 24: 94-99.
25. Codari M, Vasconcelos KF, Nicolielo LFP, Haiter Neto F, Jacobs R. Quantitative evaluation of metal artifacts using different CBCT devices, high-density materials and field of views. *Clin Oral Impl Res.* 2017; 28(12): 1509-1514.
26. Granato D, DE Araújo Calado V, Jarvis B. Observations on the use of statistical methods in food science and technology. *Food Research International.* 2014; 55: 137-149.
27. DE Oliveira CC, Calado VMA, Ares G, Granato D. Statistical approaches to assess the association between phenolic compounds and the *in vitro* antioxidant activity of *Camellia sinensis* and *Ilex paraguariensis* teas. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2015; 55:1456-1473.
28. Granato D, Santos JS, Escher GB, Ferreira BL, Maggio RM. Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective. *Trends In Food Science & Technology.* 2018; 72: 83-90.

29. Likubo M, Osano T, Sano T, Katsumata A, Ariji E, Kobayashi K, Sasano T, et al. Root canal filling materials spread pattern mimicking root fractures in dental CBTC images. *Oral sur oral med oral pathol oral radiol.* 2015; 120(4):521-527.
30. Zarow M, Ramírez-Sebastià A, Paolone G, de Ribot Porta J, Mora J, Espona J, et al. A new classification system for the restoration of root filled teeth. *Int Endod J.* 2017; 51(3):318-334.
31. Gaêta-Araújo 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; 43(10): 1668-1673.
32. Pauwels R, Seynaeve L, Henriques JCG, Oliveira Santos C, Souza PC, Westphalen FH, et al. Optimization of dental CBCT exposures through mAs reduction. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; 44(9):20150108.
33. Jones D, Mannocci F, Andiappan M, Brown J, Patel S, MCLinDent. The effect of alteration of the exposure parameters of a cone-beam computed tomographic scan on the diagnosis of simulated horizontal root fractures. *JOE.* 2015; 41(4):520-525.
34. Moudi, E, Haghanifar S, Madani Z, Alhavaz A, Bijani A, Bagheri M. Assessment of vertical root fracture using cone-beam computed tomography. *Imaging sci dent.* 2014; 44:37-41.
35. Draenet FG, Copenrath E, Herzog P, Muller S, Mueller-lisse UG. Beam Hardening artefacts occur in dental implant scans with the new tom cone beam CT but not with the dental 4-row multidetector CT. *Dentomaxillofac radiol.* 2007; 36(4):198-203.
36. Esmaceli F, Johari M, Haddadi P, Vatankhah. Beam hardening artifacts: comparison between two cone beam computed tomography scanners. *J dent res dent clin dent prospects.* 2012; 6(2):49-53.
37. Fox A, Basrani B, Kishen A, Lam EWN. A novel method for characterizing beam hardening artifacts in cone –beam computed tomographic images. *J Endod.* 2018; 44(5): 869-874.
38. Maniglia-Ferreira C, Silva Jr JB, Paula RC, Feitosa JP, Cortez DG, Zaia AA, et al. Brazilian gutta-percha points. Part I: chemical composition and X-ray diffraction analysis. *Braz oral res.* 2005; 19(3):193-197.
39. Schulze R., Heil U, Grob D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artifacts in CBCT: A review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011; 40:265-273.

## LEGENDS TO FIGURES

Figure 1: An example of how image processing for the removal of intracanal material.;  
 A) Image of the slice with the intracanal materials (Guta-percha); B) Image of the slice at the

same point of the previous one without intracanal materials; C) Threshold tool being applied to the image without intracanal material; D) Binary image; E) Image subtracted from 254; F) Image of multiplication tool; G) Final image with the intracanal material removed.

Figure 2: Determination of the artifact areas; A) hypodense artifacts; B) Binary image of hypodense artifacts; C) preserved dental image area; D) Binary image of preserved dental image area; E) hyperdense artifact area; F) Binary image of hyperdense artifact.

Figure 3: Principal component analysis to check for similarities/differences in hypodense artifacts, hyperdense artifacts, and preserved dental image (PDI) according to the studied exposure parameters and filling materials. Note: GG – Gutta-perch/Gutta-percha, GR – Gutta-percha/Reforpost, GW – Gutta-percha/Whitepost, MM – Metal/Metal, RR – Reforpost®/Reforpost®, WW – Whitepost®/Whitepost®.



## 5.2 Normas da revista

### Artigos de pesquisa

Os artigos de pesquisa devem descrever sua nova pesquisa original de maneira clara e reproduzível. Os artigos de pesquisa devem ter no máximo 7000 palavras, geralmente com no máximo 50 referências.

O resumo dos artigos de investigação deve ser construído nas seguintes subposições:

- Objetivos;
- Métodos;
- Resultados;
- Conclusões;
- Você deve fornecer informações suficientes ao seu trabalho e a lista de referências deve ser representativa do campo.
- O método deve ser descrito claramente.
- Quaisquer limitações do trabalho devem ser abordadas e discutidas.
- As conclusões tiradas devem ser consistentes com os resultados obtidos.
- As imagens incluídas devem ser claras o suficiente para que o trabalho possa ser entendido.
- Quaisquer declarações de aprovação ética devem ser incluídas quando relevantes.
- A análise estatística apropriada dos resultados deve ser realizada onde for relevante.

### Preparando sua submissão

Para orientações sobre contagem de palavras, contagem de figuras / tabelas e referências para todos os tipos de artigos DMFR, veja aqui .

Os nomes e afiliações dos autores não devem aparecer em nenhum lugar nas páginas do manuscrito ou nas imagens (para garantir a revisão cega dos pares).

Os dentes devem ser designados no texto usando a terminologia completa em inglês. Em tabelas e figuras, os dentes individuais podem ser identificados usando o sistema de dois dígitos do IDE, ou seja, o dente 13 é o primeiro canino permanente na região da maxila direita.

- Declaração de contribuição do autor
- Folha de rosto
- Abstrato
- Texto principal
- Referências
- Tabelas
- Figuras
- Apêndices
- Material suplementar
- Unidades, símbolos e estatísticas

### Declaração de contribuição do autor

O DMFR exige que uma declaração de contribuição do autor acompanhe cada submissão, delineando as contribuições de cada autor para o trabalho. Uma declaração de modelo pode ser baixada aqui .

O DMFR exige que, para todos os trabalhos submetidos:

- Todos os autores fizeram contribuições substanciais para o artigo e assumem total responsabilidade pelo seu conteúdo; e
- Todos aqueles que fizeram contribuições substanciais para o artigo foram nomeados como autores.

O Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas recomenda a seguinte definição para um autor de um trabalho, que pedimos aos nossos autores para aderir a:

A autoria deve basear-se nos seguintes 4 critérios [1]:

- Contribuições substanciais para a concepção ou desenho do trabalho; ou a aquisição, análise ou interpretação de dados para o trabalho; E
- Elaborar o trabalho ou revisá-lo criticamente para conteúdo intelectual importante; E
- Aprovação final da versão a ser publicada; E

- Acordo para ser responsável por todos os aspectos do trabalho, assegurando que as questões relacionadas à precisão ou integridade de qualquer parte do trabalho sejam adequadamente investigadas e resolvidas.

1 O Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas, Papéis e Responsabilidades de Autores, Colaboradores, Revisores, Editores, Editores e Proprietários: Definindo o Papel de Autores e Contribuintes, [http://www.icmje.org/roles\\_a.html](http://www.icmje.org/roles_a.html)

## Folha de rosto

A página de título é um item de submissão separado para o manuscrito principal e deve fornecer as seguintes informações:

- Título do trabalho Abreviaturas que não sejam tomografia computadorizada ou ressonância magnética não devem ser usadas no título.
- Uma versão abreviada do título (não mais de 70 caracteres de comprimento, incluindo espaços) deve ser fornecida para uso como cabeça de corrida. Abreviaturas são permitidas.
- Tipo de Manuscrito ( ver todos os tipos de manuscrito )
- Os nomes dos autores devem aparecer **na íntegra** (no formato: "primeiro nome, inicial (es), sobrenome"), qualificações e afiliações.
- Declaração indicando qualquer fonte de financiamento ou interesse financeiro, quando relevante, deve ser incluído.
- Uma carta de apresentação ou declaração pode ser incluída na página de título, mas por favor note que este não é um item obrigatório.

## Blind title page

Uma página de título cega deve ser incluída no manuscrito completo, dando apenas o título (ou seja, sem os nomes e afiliações dos autores), para uso no processo de revisão por pares.

## Resumo

O resumo deve ser um resumo preciso e sucinto do artigo, não excedendo **250 palavras** . Para artigos que contenham pesquisa: o resumo deve ser construído nas seguintes subposições:

- Objetivos;
- Métodos;
- Resultados;
- Conclusões

Essas subposições devem aparecer no texto do resumo e o resumo não deve conter referências. O resumo deve: indicar o objetivo ou propósito específico do artigo; descrever os métodos usados para atingir o objetivo, declarando o que foi feito e como foi feito; apresentar os resultados dos métodos descritos - as principais estatísticas devem ser incluídas; apresentar a conclusão do estudo com base exclusivamente nos dados fornecidos, e destacar a novidade do trabalho.

Abaixo do resumo, selecione até cinco palavras-chave do Medical Subject Headings (MeSH) atual .

### **Texto principal**

Por favor, organize seu trabalho em uma estrutura lógica com subtítulos claros para indicar as seções relevantes. Cabe aos autores decidir a natureza específica de qualquer subposição como entenderem. Documentos de pesquisa geralmente seguem a estrutura:

- Seção introdutória;
- Métodos e materiais / pacientes;
- Resultados;
- Discussão;
- Conclusão;
- Agradecimentos (se relevante).

Apresentar resultados em uma seqüência lógica clara. As conclusões tiradas devem ser apoiadas pelos resultados obtidos e a seção de discussão deve comentar criticamente os resultados e conclusões, bem como quaisquer limitações do trabalho.

Os agradecimentos devem ser breves e indicar qualquer potencial conflito de interesses e fontes de apoio financeiro.

Um apêndice pode ser usado para fórmulas matemáticas ou detalhes de método de interesse para leitores com conhecimento especializado da área.

### **Além do que, além do mais:**

- Evite a repetição entre as seções.
- Evite a repetição de texto apresentado nas tabelas e no corpo principal do artigo.
- Abreviações e siglas podem ser usadas quando apropriado, mas sempre devem ser definidas onde usadas pela primeira vez.
- Os nomes e locais (cidade, país) dos fabricantes de todos os equipamentos e medicamentos não genéricos devem ser fornecidos.
- Evite o uso de notas de rodapé.
- Use unidades SI em todo o texto (Grays, Sieverts, não RADs e REMs).

### **Referências**

- Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Somente trabalhos estreitamente relacionados ao trabalho devem ser citados; listas exaustivas devem ser evitadas. Todas as referências devem aparecer no texto e na lista de referências.
- As referências devem seguir o formato de Vancouver.
- No texto, as referências são citadas em ordem numérica como números sobrescritos começando em 1. Os números sobrescritos são colocados APÓS o ponto inteiro.
- No final do artigo, eles devem ser listados (em espaço duplo) em ordem numérica, correspondendo à ordem de citação no texto.
- Uma referência citada em uma legenda de tabela ou figura conta como sendo citada onde a tabela ou figura é mencionada pela primeira vez no texto.
- Os trabalhos publicados podem ser incluídos na lista de referências.
- Não inclua referências a trabalhos incompletos ou trabalhos que ainda não tenham sido aceitos para publicação. Resumos e / ou trabalhos apresentados em reuniões fora do domínio público não devem ser incluídos como referências.
- Referências a comunicações privadas devem ser dadas apenas no texto (ou seja, nenhum número alocado). O autor e o ano devem ser fornecidos.
- Se houver 6 ou menos autores, liste-os todos. Se houver 7 ou mais, liste os 6 primeiros seguidos de et al.

- Abreviações para títulos de periódicos médicos devem estar em conformidade com aquelas usadas na última edição do Index Medicus.
- Os números da primeira e última páginas de cada referência devem ser fornecidos.
- Resumos e letras devem ser identificados como tal.

Exemplos de referências:

**Artigo de periódico:**  
Gardner DG, Kessler HP, Morency R, Schaffner DL. O cisto odontogênico glandular: uma entidade aparente. J Oral Pathol 1988; 17: 359-366.

**Artigo de periódico, no prelo:**  
Dufoo S, Maupome G, Diez-de-Bonilla J. Caries experiência em uma população de pacientes selecionados na Cidade do México. Comunidade Dent Oral Epidemiol (no prelo).

**Livro completo:**  
Kramer IRH, Pindborg JJ, Cisalhamento M. Tipologia histológica de tumores odontogênicos (2ª ed.). Berlim: Springer Verlag, 1992.

**Capítulo em livro:**  
DelBalso AM, Ellis GE, Hartman KS, Langlais RP. Diagnóstico por imagem das glândulas salivares e regiões periglandulares. Em: DelBalso AM (ed). Imagem maxilofacial. Filadélfia, PA: WB Saunders, 1990, pp 409-510.

**Resumo:**  
Mileman PA, Espelid I. Decisões de tratamento radiográfico - uma comparação entre praticantes holandeses e noruegueses. J Dent Res 1986; 65: 609 (Abstr. 32).

**Carta ao Editor:**  
Gomez RS, de Oliveira JR, Castro WH. Regressão espontânea de um cisto paradental. Dentomaxillofac Radiol 2001; 30: 296 (carta).

**Artigo de revista na internet:**  
Abood S. Iniciativa de melhoria da qualidade em lares de idosos: a ANA atua como consultora. Am J Nurs [serial na Internet]. Junho de 2002 [citado em 12 de Agosto de 2002]; 102 (6): [cerca de 3 p.]. Disponível em: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>.

**Página inicial / Web site:**  
Cancer-Pain.org [homepage na Internet]. Nova York: Associação de Cancer Online Resources, Inc .; c2000-01 [atualizado em 16 de maio de 2002; citado em 9 de julho de 2002]. Disponível em: <http://www.cancer-pain.org/>.

## Tabelas

As tabelas devem ser mencionadas especificamente no texto do artigo, mas fornecidas como arquivos separados.

- Numere as tabelas consecutivamente com algarismos arábicos (1, 2, 3, etc.), na ordem em que aparecem no texto.
- Dê a cada mesa um breve título descritivo.
- Torne as tabelas auto-explicativas e não duplique dados dados no texto ou nas figuras.
- Apontar para máxima clareza ao organizar dados em tabelas. Onde praticável, confinar entradas em tabelas a uma linha (linha) na tabela, por exemplo, “valor ( $\pm$  sd) (intervalo)” em uma única linha é preferível ao empilhamento de cada entrada em três linhas separadas.
- Assegure-se de que todas as colunas e linhas estejam alinhadas corretamente.
- Inclua regras horizontais na parte superior e inferior de uma tabela e uma abaixo dos títulos das colunas. Se um cabeçalho de coluna incluir dois ou mais subtítulos, os títulos e subtítulos principais devem ser separados por uma única regra curta. Nenhuma outra regra deve ser incluída, nem horizontal nem vertical.
- Espaço apropriado deve ser usado para separar colunas. As linhas devem ter espaçamento duplo.
- Uma tabela pode ter notas de rodapé, se necessário. Estes devem ser referidos dentro da tabela por letras sobrescritas, que também serão dadas no início da nota de rodapé relevante. Comece cada nota de rodapé em uma nova linha. Uma nota de rodapé geral referente a toda a tabela não requer uma letra sobrescrita.
- Defina abreviações nas tabelas nas notas de rodapé, mesmo se definidas no texto ou em uma tabela anterior.
- Envie tabelas como texto editável.

## Figuras

As figuras devem ser referidas especificamente no texto do artigo.

- Numere números consecutivamente usando algarismos arábicos (1, 2, 3, etc.) e qualquer figura que tenha múltiplas partes deve ser rotulada alfabeticamente (por exemplo, 2a, 2b).
- Lenda (s) numerada (s) concisa deve ser listada em uma folha separada. Evite repetir material do texto.
- As abreviaturas usadas nas figuras devem ser definidas no título.
- A rotulagem da obra de arte deve ser uma fonte Arial de 8 pontos.

- Idealmente, os tamanhos das figuras devem ter 84 mm de largura, 175 mm de largura ou a largura intermediária de 130 mm.

### Arquivos

- Forneça arquivos de imagem nos formatos EPS, TIFF, PDF ou JPEG.
- TIFF é preferido para meios-tons, ou seja, imagens médicas, como radiografias, ressonâncias magnéticas etc.
- O EPS é preferido para trabalhos artísticos desenhados (desenhos de linhas e gráficos).
- Para arquivos JPEG, é essencial salvar com a máxima qualidade, ou seja, “10”, para garantir que a qualidade seja satisfatória quando os arquivos forem descompactados.
- Arquivos fornecidos no Word, PowerPoint ou Excel podem ser aceitáveis, mas por favor, forneça em EPS, TIFF ou JPEG, se praticável. Outros formatos não serão utilizáveis.
- Não forneça arquivos GIF - GIF é um formato compactado que pode causar problemas de qualidade quando impresso.
- Carregue cada figura separadamente e numerada.

### Cor

- A menos que seja essencial para o conteúdo do artigo, todas as ilustrações devem ser fornecidas em preto e branco sem cor (referências RGB, CMYK ou Pantone) contidas nelas.
- O custo de reprodução das imagens coloridas será cobrado do autor nas seguintes taxas: £ 300 para uma imagem colorida, £ 500 para duas imagens coloridas e £ 100 para cada imagem colorida subsequente adicional. Todos os preços são exclusivos do IVA do Reino Unido.
- As imagens que precisam ser reproduzidas em cores devem ser salvas em CMYK, sem referências RGB ou Pantone contidas nelas.

### Resolução

- Os arquivos devem ser salvos no dpi apropriado (pontos por polegada) para o tipo de gráfico (o valor típico da tela de 72 dpi não produzirá resultados impressos satisfatórios). Resoluções mais baixas não serão utilizáveis.



- Desenhos de linhas - economize em 800 dpi (ou 1200 dpi para trabalhos de linhas finas).
- Trabalho de meio-tom e cor - economize em 300 dpi.

### Composição

- A imagem deve ser cortada para mostrar apenas a área relevante (ou seja, não mais do que o necessário para ilustrar os pontos feitos pelo autor, mantendo ao mesmo tempo pontos de referência anatômicos suficientes). A quantidade de espaço em branco ao redor da ilustração deve ser mantida no mínimo.
- Forneça ilustrações no tamanho em que serão impressas, normalmente com 76 mm de largura (coluna única de texto) ou para figuras especialmente grandes de 161 mm (duas colunas de texto).
- Anotações, por exemplo, setas, devem ser usadas para indicar pontos sutis, mas salientes. Todas as anotações devem ser incluídas nas imagens fornecidas.
- A identificação do paciente deve ser obscurecida.

### Pontos adicionais a serem observados:

- Não coloque uma caixa em torno de gráficos, diagramas ou outros trabalhos artísticos.
- Evite linhas de grade de fundo, a menos que sejam essenciais (por exemplo, limites de confiança).
- As fontes devem ser do tipo Adobe Type 1 - Helvetica ou Times são os preferidos.
- Certifique-se de que as letras tenham tamanho adequado - devem corresponder a 8 ou 9 pt quando impressas.
- Inclua todas as unidades de medida nos eixos.
- Todas as linhas (por exemplo, eixos do gráfico) devem ter uma largura mínima de  $\frac{1}{4}$  pt (0,1 mm), caso contrário, não serão impressas; 1 peso pt é preferível.
- Evite usar tons (preto e branco sólido ou variações de hachura são os preferidos), mas quaisquer tons usados devem ter um nível mínimo de 5% para imprimir (mas não use tons muito altos, pois podem ficar muito escuros).
- Não use histogramas tridimensionais quando a adição de uma terceira dimensão não fornecer mais informações.

Os apêndices devem ser usados para incluir material de apoio detalhado que é essencial para a compreensão do manuscrito, por exemplo, análises estatísticas, estudos preliminares muito detalhados, mas que é muito abrangente para incluir como parte do texto principal.

Sempre que possível, os autores são encorajados a incluir todo o material relevante no corpo principal do texto, no entanto, se um apêndice for necessário, ele deve ser fornecido como um arquivo separado. Se mais de um apêndice estiver incluído, estes devem ser identificados usando letras diferentes.

- Um apêndice pode conter referências, mas estas devem ser listadas separadamente e numeradas como A1, A2, etc.
- Apêndices devem ser referidos no texto principal na seção relevante.

### Material suplementar

O material suplementar é destinado a material que agregue valor ao seu manuscrito, mas não é essencial para a compreensão do trabalho. O material suplementar é normalmente usado para incluir material que não pode ser acomodado em formato impresso, por exemplo, arquivos multimídia, como imagens dinâmicas, arquivos de vídeo / áudio, etc.

Não há restrições em formatos de arquivo suplementares, embora seja recomendado que os autores escolham tipos de arquivos que a maioria dos leitores poderá abrir, por exemplo.

- Texto / Dados: PDF, Word, Excel, Powerpoint, .txt
- Gráficos: TIF, PNG, JPEG, GIF
- Vídeo: AVI, MOV, MP4, MPEG, WMV
- Áudio: mp3, m4a

### Unidades, símbolos e estatísticas

Os autores devem usar o Sistema Internacional de Unidades (SI) [1]. Unidades de radiação devem ser dadas em SI, por exemplo, 1 Sv, 1 Gy, 1 MBq. As exceções são mmHg para pressão arterial e g dl – 1 para hemoglobina. Para orientação, os autores podem consultar a publicação Unidades, Símbolos e Abreviaturas. Um guia para autores médicos e científicos [2].

- Todos os fatores de radiação (dose / tempo / fracionamento) devem ser listados.

- As equações devem ser numeradas (1), (2) etc. à direita da equação. Não use pontuação após equações.
- Não inclua pontos para significar multiplicação - os parâmetros devem ser simplesmente digitados fechados ou com um sinal de multiplicação, se necessário, para evitar ambiguidades.

### Diretrizes estatísticas

O objetivo do estudo deve ser claramente descrito e um projeto adequado, incorporando um número apropriado de sujeitos, deve ser usado para atingir o objetivo. É freqüentemente benéfico consultar um profissional estatístico antes de empreender um estudo para confirmar que ele tem poder adequado, e a apresentação de um cálculo de poder dentro do artigo demonstra a capacidade do estudo em detectar efeitos clinicamente ou biologicamente significativos.

Detalhes devem ser fornecidos sobre os critérios de seleção, se os dados foram coletados prospectiva ou retrospectivamente, e quaisquer exclusões ou perdas de acompanhamento que possam afetar a população do estudo. Informações sobre as características dos sujeitos em grupos que estão sendo comparados devem ser fornecidas para quaisquer fatores que possam potencialmente influenciar a comparação dos grupos; essas informações geralmente são melhor apresentadas em um formato tabular no qual os grupos estão em colunas adjacentes. Se o estudo foi randomizado, os detalhes do procedimento de randomização devem ser incluídos.

Medidas de variação devem ser incluídas para todos os resultados importantes. Quando as médias são apresentadas, o desvio padrão ou o erro padrão da média também deve ser fornecido, e deve estar claro qual dessas duas medidas está sendo citada. Quando medianas são dadas, medidas de variação, como o intervalo interquartilico ou o intervalo geral, também devem ser incluídas. As estimativas de diferenças, por exemplo, entre duas médias comparadas, devem ser fornecidas com limites de confiança de 95% para ajudar o leitor e o autor a interpretar corretamente os resultados. Observe que a estimativa do tamanho dos efeitos, por exemplo, efeitos do tratamento ou do fator prognóstico, é tão importante quanto o teste de hipóteses.

Os procedimentos estatísticos devem ser descritos e referenciados para todos os valores de p dados, e os valores a partir dos quais foram derivados devem ser incluídos. A validade dos procedimentos estatísticos também deve ser confirmada, por exemplo, o teste t requer distribuição (ões) normal (is) nos dados básicos e o teste qui-quadrado não é válido quando os números esperados nas células são menores que 5. Os dados podem às vezes ser transformados , por exemplo, usando uma transformação de log ou raiz quadrada, para alcançar a normalidade. Testes não paramétricos devem ser usados quando as condições de normalidade não forem atendidas. Deve-se notar, no entanto, que o teste de postos sinalizados de Wilcoxon (o equivalente não paramétrico do teste t pareado) é semi-quantitativo. Se mais de dois grupos estão sendo comparados, então uma análise de variância deve ser realizada antes de realizar comparações de pares de grupos.

A análise de medições repetidas sobre o mesmo assunto pode dar origem a resultados espúrios, se as comparações forem feitas em um grande número de momentos diferentes. É freqüentemente preferível representar o resultado de cada sujeito por uma única medida sumária escolhida por sua adequação. Exemplos de tais medidas são a área sob a curva, a média geral, a máxima ou mínima e o tempo para atingir um determinado valor. Estatísticas simples podem ser aplicadas a essas medidas de resumo.

Os resultados da avaliação de um procedimento de teste devem indicar claramente os critérios usados para definir a positividade, e a sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo devem ser todos citados juntamente com seus limites de confiança de 95%.

1. Goldman DT, Bell RJ, eds. O Sistema Internacional de Unidades (SI). 5ª ed. Londres, Reino Unido: HMSO; 1987.
2. Barão DN, ed. Unidades, símbolos e abreviaturas. Um guia para autores médicos e científicos. 5ª ed. Londres, Reino Unido: Royal Society of Medicine Press; 1994.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ❖ Para todos os materiais utilizados, houve uma maior formação de artefatos hipodensos;
- ❖ Núcleos metálicos fundidos em ambas as raízes e a Guta-Percha em ambas as raízes apresentaram a maior formação de artefatos;
- ❖ Pinos de Fibra de Vidro, com e sem filete metálico em seu interior, apresentaram a menor formação de artefatos;
- ❖ Maiores parâmetros de exposição estão relacionados a maior formação de artefatos;

## REFERÊNCIAS

- ABDNIAN, M. et al. *In Vitro* comparison of cone beam computed tomography with digital periapical radiography for detection of vertical root fracture in posterior teeth. **J Dent Shiraz UnivMed Sci.**, v. 17, n.2, p. 84-90, Jun. 2016.
- ALKMIN, L.B. Desenvolvimento de ligas à base de níquel-cromo para prótese dentária .2011. Dissertação (Mestrado em engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena – SP.
- ARAÚJO, T.P. et al. Ligas Metálicas Empregadas na Confecção de Retentores Intrarradiculares nas Cidades de João Pessoa e Campina Grande – PB. **Rev Bras Ciências da Saúde**, v. 17, n.2, p. 149-154, 2013.
- BARRET, J. F.; KEAT, N. Artifacts in CT: recognition and avoidance. **RadioGraphics**, v. 24, n. 6, p. 1679-1691, nov./dec. 2004.
- BRADY, E. et al. A comparison of cone beam computed tomography and periapical radiography for the detection of vertical root fractures in nonendodontically treated teeth. **Int Endod J**, v. 47, n.8, p. 735-746, Ago. 2014.
- BECHARA, B. et al. Comparison of cone beam CT scans with enhanced photostimulated phosphor plate images in the detection of root fracture of endodontically treated teeth. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 42, n.7, abr. 2013.
- BELEDELLI, R.; SOUZA, P. H. C. O que são e como se formam os artefatos nas imagens da tomografia computadorizada de feixe cônico. **Revista ABRO**, v. 13, n. 1, p. 2-15, jan./jun., 2012.
- BOAS, F. E.; FLEISCHMANN, D. CT artifacts: Causes and reduction techniques. **Imaging Med**, v. 4, n. 2, p. 229-240, 2012.
- BOING, T.F. et al. Is the bonding of self-adhesive cement sensitive to root region and curing mode? **J Appl Oral Sci**, v.25, n.1, p. 2-9, 2017.
- CANDEMIL, A.P. et al. Metallic materials in the exomass impair cone beam CT voxel values. **Dentomaxillofac Radiol**, 2018. doi: 10.1259/dmfr.20180011.

CONCEIÇÃO, E. N. Pino Intrarradicular de fibra: A revolução da qualidade, agilidade e estética Disponível em:<<http://www.angelus.ind.br/artigos-e-publicacoes/Pino-intrarradicular-de-fibra:-A-revolucao-da-qualidade,-agilidade-e-estetica-243>>. Acesso em 17/04/2017.

DE OLIVEIRA, C. C., CALADO, V. M. A., ARES, G., Granato, D. Statistical approaches to assess the association between phenolic compounds and the *in vitro* antioxidant activity of *Camellia sinensis* and *Ilex paraguariensis* teas. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, p. 1456-1473, 2015.

DIEHN, F.E. et al. CT Dental Artifact: Comparison of an iterative metal artifact reduction technique with weighted filtered Back-Projection. **Acta Radiol Open**, v. 6, n.11, nov, 2017.

DRAENERT, F.G., et al. Beam hardening artefacts occur in dental implant scans with the NewTom cone beam CT but not with the dental 4-row multidetector CT **Dentomaxillofac Radiol**, v.36, p.198–203, 2007.

ESMAEILI, F.; JOHARI, M.; HADDADI, P. Beam hardening artifacts by dental implants: Comparison of cone-beam and 64-slice computed tomography scanners. **Dent Res J(Isfahan)**, v. 10, n.3,p. 376-381, 2013.

ESMAEILI, F. et al. Beam Hardening Artifacts: Comparison between two Cone Beam Computed Tomography scanners. **J Dent Res Dent Clin Dent Prospects**, v.6, n.2, p. 49-53, 2012.

GRANATO, D., DE ARAÚJO CALADO, V., JARVIS, B. Observations on the use of statistical methods in food science and technology. **Food Research International**, v. 55, p. 137-149, 2014.

GRANATO, D., SANTOS, J. S., ESCHER, G. B., FERREIRA, B. L., MAGGIO, R. M. Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective. **Trends In Food Science & Technology**, v. 72, p. 83-90, 2018.

HASSAN, B. et al. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. **J Endod**, v. 35, n.5, p. 719-722, maio 2009.

JAIASENTHIL, A. et al. Fracture resistance of tooth restored with four glass fiber post systems of varying surface geometries-An *in vitro* study. **Clin Exp Dent**. v.8, n. 1, p.44-48, Fev 2016.

JAKOBSON, S. J. M. et al. The influence of metallic posts in the detection of vertical root fractures using different imaging examinations. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 43, 2014.

JOHARI, M. et al. Metal artifact suppression in dental Cone Beam Computed Tomography images using image processing techniques. **J Med Signal Sens**, v.8, n.1, p.12-24, 2018.

JUNQUEIRA, R.B. et al. Detection of vertical root fractures in the presence of intracanal metallic post: A comparison between periapical radiography and cone-beam computed tomography. **J Endod**, v. 39, n.12, p. 1620-1624, Dez. 2013.

LASSILA, L.V.J. et al. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. **Dental materials**, v.20, p. 29-36, 2003.

LOURO, R. L.; VIERA, I. M.; FIRME, C. T. Uso do núcleo metálico fundido na reconstrução de dentes tratados endodonticamente: relato de caso clínico. **UFES Rev Odontol**, v. 10, n. 2, p. 69-75, 2008.

MAKINS, S.R. Artifacts interfering with interpretation of Cone Beam Computed Tomography images. **Dent Clin N Am**, v.58, p. 485-495, 2014.

MIRANDA, L. H., DANTAS, W.C.F., MATTAR, C. Advanced techniques for filling endodontic. **Revista FAIPE**, v. 3, n. 1, 2013.

MORGAN, L.F.S.A. et al. Mini fiberglass post for composite resin restorations: A clinical report. **J Prosthet Dent**. v. 115, n.6, p. 654-657, Jun 2015.

NAGARAJAPPA, A. K; DWIVEDI, N; TIWARI, R. Artifacts: The downturn of CBCT image. **J Int Soc Prevent Communit Dent**, v.5, p.440-445, 2015.

NOVAIS, V.R. et al. Flexural modulus, flexural strength, and stiffness of fiber-reinforced posts. **Indian J Dent Res**, v. 20, p. 277-281, 2009.

PAUWELS, R. et al. Quantification of metal artifacts on cone beam computed tomography images. **Clin. Oral Impl. Res**, p. 1-6, 2013.



PAWELS, R. et al. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. **Dentomaxillofac Radiol**, v.44, n.1, jan, 2015.

PENELAS, A.G. et al. Can cement film thickness influence bond strength and fracture resistance of fiber reinforced composite posts? **Clin Oral Investig**, v.20, n.4, p. 849-855, maio 2016.

PINTO, M. G. O. et al. Influence of exposure parameters on the detection of simulated root fractures in the presence of various intracanal materials. **Int Endod J**, v.50, n.6, p. 586-594, 2017.

RODRIGUES, E. et al. Evaluation of the radiopacity of esthetic root canal posts. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 2013. DOI 10.1111/jerd.12059.

RODRIGUES, R.V. et al. Influence of adhesive cementation systems on the bond strength of relined fiber posts to root dentin. **J prosthet dent**, v.118, n.4, p.493-499, 2017.

SCARFE, W.C. et al. Maxillofacial cone beam computed tomography: essence, elements and steps to interpretation. **Australian Dental Journal**, v.57, p.46-60, 2012.

SCHULZE, R. et al. Artifacts in CBCT: A review. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 40, p. 265-273, 2011.

SUBASH, D. et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with Biodentine, Resin Modified GIC and Hybrid Composite Resin as a core Material. **J Clin Diagn Res**, v.11, n.9, p. 68-70, 2017.

SPIN-NETO, R. et al. An *ex vivo* study of automated motion artefact correction and the impact on cone beam CT image quality and interpretability. **Dentomaxillofac Radiol**, 2018.

VASCONCELOS, K. F. et al. Artefact expression associated with several cone-beam computed tomographic machines when imaging root filled teeth. **Int Endod J**, v. 13, 2014.

XI, Yan et al. High-kVp Assisted Metal Artifact Reduction for X-Ray Computed Tomography. **IEEE access : practical innovations, open solutions**, v.4, p. 4769-4776. *PMC*. Acesso em 24 de abril de 2018.

YAZDI, M.; MOHAMMADI, M. Metal artifact reduction in dental computed tomography images based on sinogram segmentation using curvelet transform followed by hough transform. **J Med Signals Sens**, v. 7, n.3, p. 145-152, jul/set, 2017.

# ANEXOS

## ANEXO A

 MINISTÉRIO DA SAÚDE – Conselho Nacional de Saúde – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP  
**FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOJANDO SERES HUMANOS**

1. Título do Projeto:  
**AValiação de SONDENS DIGITAIS PERMANENTES EM DIFERENTES ANOTAÇÕES HORIZONTAIS E VERTICAIS NA DETECÇÃO DE FRACTURAS BUCODENTÁRIAS EM DENTES SUPRACLUVAIS**

2. Número da Participação da Pesquisa: **02**

3. Área Temática:

4. Área de Competência:  
 Ciências Exatas e Ciências da Saúde

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL**

1. Nome:  
**ELISA DANTE LIMA**

2. CPF:  
**081.027.094-24**

3. Endereço (Rua, nº):  
**Rua Amâncio Antônio da Costa, esquina com Rua PLAS PARANÁ, 10200-000**

4. Localidade:  
**BRASILIA/DF**

5. Telefone:  
**608703720**

6. Outro Telefone:

7. E-mail:  
**elisa.dante.lima@gmail.com**

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a divulgar os resultados apenas aos envolvidos no estudo. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tanto ciência que esta folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do estudo.

Data: **03 / 07 / 2017** Elisa Dante Lima  
Assinatura

**INSTITUIÇÃO PROPONENTE**

12. Nome:  
**Universidade Estadual de Paraíba - UEPB**

13. CNPJ:  
**07.000.000/0001-91**

14. Unidade Orgão:  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PARAIBA**

15. Telefone:  
**(83) 3345-4008**

16. Outro Telefone:

Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares e autorizo esta instituição em condições para o desenvolvimento deste projeto, sob os seguintes termos:

Responsável: Prof.ª Maria da Silva Oliveira **038.828.064.78**


Cargo/Função: chefe de Departamento

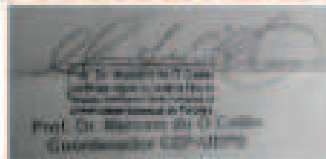
Data: **03 / 07 / 17** [Assinatura]  
Assinatura

**PATROCINADOR PRINCIPAL**

Não se aplica

## ANEXO B

  
**UEPB**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS –**  
**CEP/UEPB**  
**COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA**

**PARECER DO RELATOR: ( 15 )**

Número do CAAE: 70591017.8.0000.5187

Data da 1ª relatoria: 26/07/2017

Data da 2ª relatoria: 07/08/2017

**Apresentação do Projeto:** Avaliação de imagens digitais periapicais em diferentes angulações horizontais e TCFC na detecção fraturas radiculares em dentes biradiolares.

**Objetivo da Pesquisa:** Avaliar a precisão de imagens digitais periapicais em diferentes angulações horizontais e de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de fraturas radiculares verticais induzidas em dentes biradiolares obturadas com diferentes materiais intracanais.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:** A pesquisa apresenta riscos biológicos, porém serão coletados dentes de banco de dentes, ou seja, um protocolo predeterminado de biossegurança. Apresenta como maior benefício o acréscimo ao conhecimento da detecção de fraturas por meio de imagens tomográficas.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:** A proposta do projeto é relevante, uma vez que pode contribuir para suprir uma lacuna do conhecimento relacionado a detecção de linhas de fraturas dentárias.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:** O projeto não apresenta a anuência do orientador, nem tampouco das unidades onde serão realizadas as pesquisas.

**Recomendações:** O projeto é relevante, encontra-se em sua segunda apreciação. Foi reavaliado e encontra-se aprovado.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:** O projeto encontra-se em sua segunda apreciação ética, tendo sido reapresentado com as recomendações anteriores. Diante do exposto, somos pela aprovação. Salvo, melhor juízo.

**SITUAÇÃO DO PROJETO: APROVADO**

## ANEXO C




UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
 CEP — COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
 R. Barão de Itambé, 552 - Universitário, Campina Grande - PB.  
 CEP: 58420-500.  
 (083) 3215-3300

**TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES**

Ao Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

Declaro que doei 15 (quinze) pré-molares superiores ao pesquisador (as) Daniela Pita de Melo e Elisa Diniz de Lima a fim de viabilizar a execução da pesquisa intitulada "AVALIAÇÃO DOS ARTEFATOS FORMADOS POR MATERIAIS INTRACANAIS EM DENTES BIRRADICULARES UTILIZANDO TCFC". Igualmente declaro que estes dentes foram extraídos previamente ao conhecimento da pesquisa supracitada, por indicação clínica e independente da mesma, sendo armazenado em frasco único, o que impossibilita a identificação dos indivíduos dos quais os dentes foram extraídos.

Campina Grande, 4 de setembro de 2017.



Jussara da Silva Barbosa  
 CPF: 099.115.414-28  
 CRO: 6379  
 Rua José Vieira de Lima, 71 A - Presidente Médica.  
 Tel: 083 98619-3046

## ANEXO D

  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS VII - PROFª MARIA DA PENHA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE**

**DECLARAÇÃO**

Para o fim que forem necessários a Direção do Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde – CCTS da UEPB informa que a profa. Ana Marly Maia foi autorizada para retirar do Laboratório de Morfologia do Curso de Odontologia do Campus VIII UEPB peças anatómicas (ossos do crânio e face) para fins de pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UEPB/Campus I.

Araucária - PB, 31 de outubro de 2018

Atenciosamente,

  
**Manoel Almeida Gordon-Núñez**  
 Diretor do Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde  
 Universidade Estadual da Paraíba  
 Matr. 825584-6

# APÊNDICES



## APÊNDICE A

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CEP — COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**  
R. Baraúnas, 351 - Universitário, Campina Grande – PB.  
CEP: 58429-500.  
(083) 3315-3300

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Uma vez que não é possível identificar os indivíduos doadores dos dentes, sujeitos da pesquisa, não será aplicado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) aos voluntários da pesquisa intitulada "AVALIAÇÃO DOS ARTEFATOS FORMADOS POR MATERIAIS INTRACANAIS EM DENTES BIRRADICULARES UTILIZANDO TCFC", sob a responsabilidade do (s) pesquisador (es) Elisa Diniz de lima e Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daniela Pita de Melo.