

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

MARIA FERNANDA DA SILVA ANDRADE BORTOLETTO

MAPEAMENTO DE ARTEFATOS GERADOS EM DENTES ADJACENTES A IMPLANTES DENTÁRIOS POSICIONADOS NA ENDOMASSA E EXOMASSA EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

MAPPING ARTIFACTS GENERATED IN A TOOTH ADJACENT TO DENTAL IMPLANTS LOCATED IN THE ENDOMASS AND EXOMASS IN CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

Piracicaba

2023

MARIA FERNANDA DA SILVA ANDRADE BORTOLETTO

MAPEAMENTO DE ARTEFATOS GERADOS EM DENTES ADJACENTES A IMPLANTES DENTÁRIOS POSICIONADOS NA ENDOMASSA E EXOMASSA EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

MAPPING ARTIFACTS GENERATED IN A TOOTH ADJACENT TO DENTAL IMPLANTS LOCATED IN THE ENDOMASS AND EXOMASS IN CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

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

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

Orientadora: Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA MARIA FERNANDA DA SILVA ANDRADE BORTOLETTO E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS FRANÇA

Piracicaba

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

Andrade-Bortoletto, Maria Fernanda da Silva, 1991-An24m Mapeamento de artefatos gerados em dentes adjacentes a implantes dentários posicionados na endomassa e exomassa em tomografia computadorizada de feixe cônico / Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto. - Piracicaba, SP : [s.n.], 2023. Orientador: Deborah Queiroz de Freitas França.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Artefatos. 2. Endodontia. 3. Metais. 4. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. Freitas, Deborah Queiroz de, 1977-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Mapping artifacts generated in a tooth adjacent to dental implants located in the endomass and exomass in cone-beam computed tomography Palavras-chave em inglês: Artifacts Endodontics Metals Cone-beam computed tomography Área de concentração: Radiologia Odontológica Titulação: Mestra em Radiologia Odontológica Banca examinadora: Deborah Queiroz de Freitas França [Orientador] Eduarda Helena Leandro do Nascimento Matheus Lima de Oliveira Data de defesa: 03-03-2023 Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a) - ORCID do autor: https://orcid.org/0000-0003-2300-3143 - Curriculo Lattes do autor: http://lattes.cnpq.br/1089432850872133



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS Faculdade de Odontologia de Piracicaba

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 03 de março de 2023, considerou a candidata MARIA FERNANDA DA SILVA ANDRADE BORTOLETTO aprovada.

PROF^a. DR^a. DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS FRANÇA

PROF^a. DR^a. EDUARDA HELENA LEANDRO DO NASCIMENTO

PROF. DR. MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

Eu dedico esta dissertação ao meu avô Sebastião da Silva, um dos maiores incentivadores para que eu fizesse mestrado, mas que infelizmente não está mais presente para poder vivenciar essa conquista comigo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família Luciane, Carlos Renato e Ana Luiza, por me incentivarem a seguir um sonho que estava guardado no meu coração há tanto tempo, e por comemorarem comigo cada a passo que dou nesta jornada acadêmica. Ao meu marido Wesley por me apoiar neste momento difícil de transição de área profissional, e por não soltar a minha mão nos momentos de dificuldade, sempre me motivando a seguir em frente.

Agradeço à minha orientadora, prof^a Dra. Deborah Queiroz de Freitas, que desde a graduação vem me orientando e me ensinando a crescer como pesquisadora. Agradeço por cada explicação, conselho, por ter tido paciência e por ter me apoiado a seguir nessa carreira. Foi um prazer trabalhar com uma das pessoas que mais admiro no ramo acadêmico e que tenho como fonte de inspiração para atingir meus objetivos.

Agradeço aos membros da minha banca de Qualificação, Prof. Dr. Hugo Gaêta Araújo, Dr^a. Amanda Candemil e ao pro. Dr. Christiano de Oliveira por terem aceitado o convite e por contribuírem com muitas melhorias para essa dissertação.

Agradeço o prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira e a prof^a Dra. Eduarda Helena Leandro do Nascimento por aceitarem compor a minha banca de doutorado e se disporem a contribuir com minha dissertação. Ambos possuem uma grande parcela de influência na minha carreira acadêmica. Agradeço ao prof. Dr. Matheus que me mostrou que educar não é uma tarefa fácil, mas que se for feito com carinho, vontade e determinação fica muito leve e agradável. E agradeço à prof^a Dra. Eduarda que me coorientou na primeira pesquisa que produzi na área de Radiologia Odontológica, e me mostrou, com muito entusiasmo, como pesquisar é incrível e inspirador.

Agradeço o prof. Dr. Francisco Haiter e o prof. Dr. Yuri Nejaim por aceitarem ser membros suplentes da minha banca. Ambos são exemplos de profissionalismo na área acadêmica e os admiro muito.

Agradeço aos grandes amigos que eu fiz nesses dois anos. Um agradecimento especial à Thaisa, Luiza, Iago, Matheus e Emi por nos unirmos e formarmos uma turma em que a amizade supera a competitividade inerente dessa área que escolhemos. Sei que poderei contar para sempre com todos. A todos os meus colegas da pós-graduação, por cada ensinamento, conselho e ajuda. Agradeço aos meus colegas Matheus Barros, Iago Dantas, Rocharles Cavalcante Fontenele e Amanda Farias Gomes que me ajudaram a desenvolver pesquisas promissoras. Agradeço aos funcionários da Radiologia da FOP UNICAMP Fernando, Waldeck e Ayrton por estarem sempre dispostos a nos ajudar.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, em nome do diretor Prof. Dr. Flávio Aguiar.

À Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba –UNICAMP, em nome da coordenador Prof. Dr. Valentim Adelino Ricardo Barão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp, em nome do atual coordenador Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é um exame complementar amplamente utilizado nas diversas áreas da Odontologia por fornecer análise tridimensional do complexo dentomaxilofacial. No entanto, as imagens de TCFC podem ser comprometidas pela presença de artefatos de endurecimento do feixe produzidos por materiais de alto número atômico e densidade física localizados na endomassa e na exomassa (ou seja, dentro e fora do campo de visão, respectivamente). Esse comprometimento pode levar a diagnósticos errôneos e tratamentos inadequados. Assim, o objetivo neste estudo foi avaliar a expressão de artefatos em um dente adjacente a diferentes implantes dentários quando localizados na endomassa e na exomassa. Para isso, foram utilizados uma mandíbula humana para posicionar, em momentos diferentes, um implante de titânio e de zircônia no alvéolo do dente 46, e quatro raízes de prémolares unirradiculares no alvéolo do dente 45. Os exames de TCFC foram adquiridos usando o tomógrafo OP300 Maxio com parâmetros constantes (FOV 5x5cm, 90 kVp, 5 mA e voxel de 0,085 mm). Foram realizadas aquisições para 3 grupos: controle (sem implante), titânio (com implante de titânio) e zircônia (com implante de zircônia). A mandíbula foi posicionada no FOV de forma que o alvéolo do dente 46 (local de formação dos artefatos) ficasse posicionado em 2 localizações: endomassa ou exomassa. A expressão de artefatos foi avaliada nas raízes dos pré-molares posicionados no alvéolo do dente 45. Em uma reconstrução axial correspondente à altura central da raiz, um avaliador determinou 8 linhas de interesse (LOIs) ao redor do canal radicular, sendo 4 em direções ortogonais (mesial, distal, vestibular e lingual) e 4 correspondentes às bissetrizes das 4 primeiras LOIs (mesiovestibular, mesiolingual, distovestibular e distolingual). A ferramenta MACRO do software ImageJ foi utilizada para padronização das LOIs. A média dos valores de cinza e a diferença entre as médias dos grupos experimentais e do grupo controle foram medidas para cada LOI, para avaliação da influência dos fatores do estudo (tipo e posição do implante no FOV e localização da LOI), por meio da Análise de Variância multifatorial (ANOVA) com teste post-hoc de Tukey e com nível de significância de 5%. Na endomassa, os grupos titânio e zircônia apresentaram média dos valores de cinza menores do que o grupo controle (p<0,0001). Na exomassa, o grupo titânio não apresentou diferença significativa na média dos valores de cinza em relação ao grupo controle (p>0,05); já o grupo zircônia apresentou médias significativamente menores do que os grupos controle e titânio (p<0.0001). Na endomassa, o grupo titânio não apresentou diferença significativa entre as LOIs, enquanto que, para o grupo zircônia, três LOIs foram as mais

hipodensas: lingual, distolingual e mesiolingual (p<0,0001). Ao se comparar as LOIs, na exomassa, a LOI lingual foi a mais hipodensa (menores médias de valores de cinza) para os grupos titânio e zircônia (p<0,0001). Em conclusão, para diminuir a formação de artefatos em objetos localizados ao lado de implantes dentários na região posterior da mandíbula, sugere-se posicionar os implantes na exomassa com atenção especial à região lingual onde pode haver artefatos hipodensos.

Palavras-chave: Artefatos; Endodontia; Metais; Tomografia computadorizada de feixe cônico.

ABSTRACT

Cone-beam computed tomography (CBCT) is a complementary exam widely used in different areas of Dentistry for providing three-dimensional analysis of the dentomaxillofacial complex. However, CBCT images can be compromised by the presence of beam hardening artifacts produced by materials of high atomic number and density located in the endomass and exomass (therefore, inside and outside of the field of view, respectively), that can lead to misdiagnosis and inadequate treatment. Thus, the aim of this study was to evaluate the expression of artifacts in a tooth adjacent to different dental implants when located in the endomass and exomass. For this study, a human mandible was used to position, at different times, a zirconia and titanium implant in the socket of tooth 46, and four roots of single-rooted premolars in the socket of tooth 45. CBCT scans were acquired using the OP300 Maxio unit with constant parameters (FOV 5x5cm, 90 kVp, 5 mA and 0.085 mm voxel). Acquisitions were performed for 3 groups: control (without implant), titanium (with titanium implant) and zirconia (with zirconia implant). The mandible was positioned in the FOV so that the alveolus of tooth 46 (the site of artifact formation) was positioned in 2 locations: endomass or exomass. The expression of artifacts was evaluated in the pre-molar root positioned in the socket of tooth 45. In an axial reconstruction corresponding to the middle level of the root an evaluator who determined 8 lines of interest (LOIs) around the root canal, being 4 LOIs in orthogonal directions (mesial, distal, buccal and lingual) and 4 LOIs corresponding to the bisectors of the first 4 LOIs (mesiobuccal, mesiolingual, distobuccal and distolingual). The MACRO tool of the ImageJ software was used to standardize the LOIs. The mean of gray values and the difference between the mean of the experimental group and control group were measured for each LOI, to evaluate the influence of the study factors (implant type and position in the FOV and LOI location), using multi-way analysis of variance (ANOVA) with Tukey's post-hoc test and with a significance level of 5%. In the endomass, the titanium and zirconia groups showed lower mean of gray values when compared with control group (P<0.0001). In the exomass, the titanium group showed no significant difference in mean of gray values when compared with control group (p>0.05); whilst the zirconia group showed significant lower mean of gray values than control and titanium groups (p<0.0001). In the endomass the titanium group showed no significant difference between the LOIs, whereas the zirconia group, three LOIs were the most hypodense: lingual, distolingual and mesiolingual (p<0.0001). Comparing the LOIs, in the exomass, the lingual LOI was the most hypodense (lower mean of gray values) for titanium and

zirconia groups (p<0.0001). In conclusion, to reduce artifact expression in objects located next to dental implants in the posterior region of the mandible, it is suggested to position the implants in the exomass with special attention to the lingual region where hypodense artifacts may be present.

Key words: Artifacts; Cone-beam computed tomography; Endodontics; Metals.

SUMÁRIO

| 1. INT | RODU | ÇÃO | | •••••• | ••••• | •••••• | |
|--------------|------------|------------------|---------------------------|---|-----------|------------------|---------------|
| 2. AR' | TIGO: I | Mapping artifa | cts genera | ated in a tootl | ı adjace | nt to dental imp | lants located |
| in | the | endomass | and | exomass | in | cone-beam | computed |
| tomog | raphy | ••••• | • • • • • • • • • • • • • | • | ••••• | | 16 |
| 3. CO | NCLUS | ÃO | •••••• | | | •••••• | 34 |
| REFE | RÊNCL | AS* | •••••• | | | •••••• | 35 |
| APÊN | DICE - | METODOLO | GIA DET | ALHADA | | •••••• | 40 |
| ANEX | XOS | •••••• | | | | •••••• | 45 |
| Anexo | o 1 - Paro | ecer Consubsta | nciado do |) Comitê de É | tica em l | Pesquisa (CEP) | 45 |
| Anexo | o 2 - Con | nprovante de si | ubmissão | do artigo | ••••• | •••••• | 55 |
| Anexo | 3 - Rela | atório de simila | ridade | ••••• | ••••• | •••••• | 56 |

1. INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é um importante exame de imagem em Odontologia por possibilitar a avaliação dos tecidos ósseos e dentários do complexo dentomaxilofacial em três dimensões (Abramovitch et al., 2014; Pauwels et al., 2015). Entretanto, a imagem de TCFC está sujeita a deterioração por diversos fatores, sendo um deles a presença de artefatos, que diminuem consideravelmente sua qualidade (Choi, 2019). Os artefatos da imagem tomográfica podem ser induzidos por características do aparelho, movimento do paciente, e fenômenos de extinção e endurecimento do feixe, por exemplo (Schulze et al., 2011).

O artefato conhecido como endurecimento do feixe é caracterizado pelo aparecimento de linhas hipodensas e hiperdensas na imagem tomográfica causadas pela presença de objetos de alto número atômico e densidade física no percurso da radiação, entre o ponto focal e o receptor. Portanto, objetos que estiverem posicionados no trajeto da radiação colimada, seja na endomassa (dentro do FOV) ou na exomassa (fora do FOV), podem provocar esse tipo de artefato na imagem final (Candemil et al., 2018). Esses objetos filtram os fótons de raios X com menor energia através do efeito de absorção fotoelétrica, aumentando a energia média do feixe que atinge o receptor. Essa discrepância na energia média que atinge as diferentes regiões do receptor gera erros na reconstrução dos dados, e se torna visível como linhas hiperdensas e hipodensas (Pauwels et al., 2013). A combinação deste efeito com outros artefatos gera variabilidade nos valores de cinza, principalmente nas proximidades dos materiais de alta densidade física e número atômico (Fontenele et al., 2018).

Tendo em vista que diversos materiais odontológicos apresentam alta densidade física e número atômico, como implantes dentários, restaurações de amálgama, pinos intrarradiculares metálicos e materiais de preenchimento de conduto radicular, o artefato de endurecimento do feixe é frequentemente presente em exames de TCFC (Parsa et al., 2014; Helvacioglu-Yigit et al., 2016; Fontenele et al., 2021). Alguns ajustes nos parâmetros de aquisição visam aprimorar a imagem tomográfica, sendo que frequentemente a redução de artefatos está associada ao aumento significativo na dose de radiação (Sawicki et al., 2022). Todavia, cabe aos operadores a responsabilidade de individualizar os parâmetros de aquisição para cada paciente com o objetivo de adquirir imagens aceitáveis para o diagnóstico considerando a otimização da dose, seguindo os princípios ALADA e ALADAIP (Bushberg 2015; Oenning et al., 2018).

FOVs de pequena dimensão têm sido amplamente utilizados por geralmente proporcionarem maior resolução espacial e menor dose de radiação ao paciente quando comparados com FOVs maiores (Farman 2009; Pauwels et al., 2016). Porém, é necessário ressaltar que exames adquiridos com FOVs pequenos apresentam maior quantidade de objetos e estruturas na exomassa, o que pode afetar negativamente a qualidade da imagem dependendo da presença, localização e quantidade de objetos de alta densidade física e de alto número atômico nesta posição (Candemil et al., 2020). Os FOVs pequenos são comumente usados para diagnóstico endodôntico por recomendação das diretrizes da Sociedade Europeia de Endodontia e da Associação Americana de Endodontistas. Isso ocorre devido a vários fatores; primeiro, deve-se considerar que geralmente apenas um ou poucos dentes são o objeto de interesse e FOVs pequenos são suficientes para englobar a região; além disso, geram imagens com boa resolução espacial, o que pode proporcionar uma avaliação detalhada dos elementos dentários, e, mais importante, limita a exposição do paciente à radiação na região de interesse (AAE/AAOMR, 2015; Patel et al., 2019).

Sabe-se que os endodontistas requisitam exames de TCFC para avaliações minuciosas como identificar erros técnicos de tratamentos malsucedidos, identificar anatomias radiculares atípicas, fraturas radiculares, perfurações e avaliação de traumatismo dentário (Nascimento et al., 2018; Gomez et al., 2021; Uğur et al., 2021; Alaugaily et al., 2022). Esses diagnósticos podem ser afetados pela presença de artefatos de endurecimento do feixe, podendo gerar laudos inconclusivos e levar a tratamentos inadequados, uma vez que linhas hipodensas e hiperdensas podem mimetizar ou até mesmo encobrir linhas de fratura radicular, por exemplo (Neves et al., 2014; Iikubo et al., 2015; Wanderley et al., 2018).

Um recente estudo (Demirturk Kocasarac et al., 2022) avaliou a expressão dos artefatos formados pela presença de implantes dentários de zircônia, titânio-zircônia e titânio posicionando-os na endomassa e exomassa através da alteração do tamanho do FOV (4x5 cm e 5x8 cm). Neste estudo foi avaliado o desvio padrão dos tons de cinza em 3 ROIs (regiões de interesse) localizadas em região simuladora de tecidos moles. Constatou-se que os implantes quando localizados na exomassa geram maior expressão de artefatos do que quando localizados na endomassa. Além disso, o implante de zircônia foi o que provocou maior variabilidade nos valores de cinza, ou seja, gerou exames com maior heterogeneidade de valores, que corresponde à maior formação de artefatos.

A técnica de mapeamento de artefatos utilizada em um estudo prévio (Fontenele et al., 2021) teve como objetivo avaliar quais regiões do dente seriam afetadas por linhas hiperdensas ou hipodensas na presença de pinos intrarradiculares metálicos, e como resultado foi observado que as regiões dos dentes são afetadas de forma distinta a depender do tipo de material do pino intrarradicular, região mandibular (anterior e posterior) e aparelho de TCFC. Levando em consideração que essa técnica avalia objetivamente a expressão de artefatos, e que esses podem ter expressões diferentes dependendo do material formador e de sua localização, no presente estudo teve-se como objetivo realizar o mapeamento dos artefatos gerados por diferentes implantes dentários em dentes adjacente a eles, variando-se a posição dos implantes em relação ao FOV tomográfico (endomassa ou exomassa).

2. ARTIGO

a. Título do artigo

Este artigo foi submetido para publicação ao periódico "Journal of endodontics", considerado Qualis A1 pela CAPES. Este artigo está estruturado baseando-se nas normas propostas pelo periódico em "Instruções aos autores".

Mapping artifacts generated in a tooth adjacent to dental implants located in the endomass and exomass in cone-beam computed tomography

Original Article

Authors: Maria Fernanda Silva Andrade-Bortoletto¹, Rocharles Cavalcante Fontenele¹, Amanda de Farias Gomes¹, Deborah Queiroz Freitas¹

Qualifications and affiliations:

¹ Department of Oral Diagnosis, Division of Oral Radiology, Dental School of Piracicaba, State University of Campinas (UNICAMP), Sao Paulo, Brazil.

*Corresponding author: Maria Fernanda Silva Andrade-Bortoletto, MSc

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

Phone: +55 19 98141-0287. E-mail: maria.ferandrade@hotmail.com

ABSTRACT

Introduction: Artifacts can compromise the diagnosis in cone-beam computed tomography (CBCT). This study aimed to evaluate the expression of artifacts in a root in the vicinity of dental implants located in the endomass or exomass in CBCT. Methods: Individually, a zirconia or a titanium implant were placed at the tooth 46 socket, and four single-rooted premolars were inserted at tooth 45 socket. CBCT scans were acquired using OP300 unit with field of view 5x5cm, with the tooth 46 socket in the endomass or in the exomass. Scans for a control group were also acquired under the same conditions. For image assessment, eight lines of interest (LOIs) were determined around the root canal of tooth 45 in an axial reconstruction: mesial, distal, buccal, lingual, mesiobuccal, mesiolingual, distobuccal and distolingual. The mean of gray values was measured for each LOI. Results: In endomass, both experimental groups showed lower means than control group. In exomass, the titanium group showed no significant different values when compared with control group (p>0.05), but the zirconia group showed significant lower mean (hypodense) when compared with control and titanium groups (p<0.0001). In endomass, LOIs had similar mean values for the titanium group; for the zirconia group, the lingual, distolingual, and mesiolingual were the most hypodense LOIs. For both experimental groups in the exomass, the lingual LOI was the most hypodense. Conclusions: The artifacts next to a dental implant should be reduced if the implant is positioned in the exomass. Notwithstanding, hypodense artifatcs may still affect the lingual region.

Key words: Artifacts; cone-beam computed tomography; endodontics; metals.

INTRODUCTION

Cone-beam computed tomography (CBCT) scanners provide three-dimensional undistorted, unmagnified and reliable imaging of the maxillofacial skeleton, with a great image quality, depiction of bone structures and reduced radiation dose to the patient when compared with multislice computed tomography (CT)^{1,2}. However, artifacts are frequently present in CBCT examination and can be induced by different factors, such as motion, extinction and beam hardening³.

The artifacts generated by the beam hardening phenomenon is the most prominent type induced by high density objects in CBCT imaging; it happens due to the interaction between the photons and high-density and atomic number objects by the photoelectric effect¹. During CBCT acquisition, the X-ray tube and image receptor simultaneously rotate around the patient, acquiring multiple basis images. These generated images are records of the remaining energy of the X-ray photons after interacting with all structures present between the focal point and the image receptor, inside the collimated beam⁴. Therefore, every implant, metallic restorations or root filling material localized in the endomass and in the exomass (inside and outside of the field of view – FOV, respectively) can generate artifacts, thus jeopardize image quality⁵. The expression of artifacts produced by implants in the exomass depends on their location and quantity, and they may generate greater interference of artifacts in the resulting CBCT examination than when positioned in the endomass^{5,6}.

In endodontics, CBCT with small FOVs are usually chosen as complementary exam for many endodontic purposes; to search for technical errors of unsuccessful treatments, to identify atypical root anatomy, to help guided endodontics and endodontic surgeries, to search for root fractures, perforations, internal and external root and apical resorption, intracanal foreign body materials (e.g fractured endodontic instruments) and to assess dental trauma^{2,7-12}. The small FOV are commonly used for endodontics diagnosis by recommendation of the European Society of Endodontology and the American Association of Endodontists guidelines, not only for encompassing the teeth and surrounding region of interest, but because it provides a greater spatial resolution to benefit an accurate evaluation and importantly, limits the patient's radiation exposure to the region of interest^{13,14}. However, the reduction of the FOV size increases the exomass interference⁵.

A preview study mapped the patterns of artifacts expression generated in the vicinity of metal posts and found that different regions of the tooth are affected differently according to

the mandibular region, post material and CBCT unit¹⁵. This methodology allows to observe artifacts patterns within different scenarios regarding CBCT acquisitions, and it may help clinicians to choose the best strategy to request a CBCT scan for their patients depending on the diagnostic task. For that matter, understanding artifacts patterns is highly recommended in all dentistry fields, but especially in endodontics, due to the fact that they can mimic or hide a root fracture line for example, and induce inappropriate treatments¹⁶⁻¹⁹. As small FOVs may present greater influence of artifacts arising from the exomass, all attempts of artifacts reduction must be pursued to avoid their interference as much as possible. Considering that, the aim of this study was to objectively assess the expression of artifacts in a root in the vicinity of different implants when they are located in the endomass and exomass. The null hypothesis considered that the type and locations of the implant would not influence the expression of artifacts in a root in its vicinity.

MATERIALS AND METHODS

The present ex vivo study was approved by the local research ethics committee under the protocol number 61526022.7.0000.5418 without any restrictions.

Sample selection and preparation

The sample consisted of four single-rooted lower premolar teeth, a dry human mandible with edentulous alveolar sockets and titanium and zirconia implants. The inclusion criteria were single-rooted teeth with dentin diameter greater than or equal to 1.3 mm in the buccal and lingual and 0.8 mm in the distal and mesial regions. These measurements were confirmed in the tomographic images. Besides, the teeth shouldn't present root fractures, root canal treatment, internal or external root resorption, pulp calcifications/obliterations, supernumerary roots/root canals.

The four single-rooted teeth had their crown sectioned in the cementoenemamel junction with a diamond disc saw (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, USA) to avoid the artifacts induced by the enamel, and then the roots were positioned, one at a time, in the socket of tooth 45 of the dry human mandible. Titanium (Titamax, Neodent, Brazil) and Zirconia (Z-Look3, Z-systems, Switzerland) implants, both with the same size (4×11 mm), were inserted in the

socket of the tooth 46 in distinct moments. The phantom was fixed with wax inside a plastic container filled with water to simulate the attenuation of the X-ray beam by the soft tissues.

CBCT acquisition

The OP300 Maxio unit (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finland) was used to perform the CBCT acquisitions. The phantom position according to each protocol was standardized using the equipment guidelines as reference. The scans were obtained with constant parameters (5 x 5 cm FOV, 90 kVp, 5 mA, 0.085-mm voxel, 8.7 s scanning time, and 588 frames), varying the location of the phantom in the FOV and the type of implant. In total, 6 protocols were acquired: control group in the endomass (the alveolar socket of the tooth 46 was positioned inside of the FOV, in its periphery, without implant); control group in the exomass (the alveolar socket of the tooth 46 was positioned outside of the FOV, without implant); titanium group in the endomass (the alveolar socket of the tooth 46 was positioned inside of the FOV, in its periphery, with a titanium implant within); titanium group in the exomass (the alveolar socket of the tooth 46 was positioned outside of the FOV, with a titanium implant within); zirconia group in the endomass (the alveolar socket of the tooth 46 was positioned inside of the FOV, in its periphery, with a zirconia implant within); zirconia group in the exomass (the alveolar socket of the tooth 46 was positioned outside of the FOV, with a titanium implant within); zirconia group in the endomass (the alveolar socket of the tooth 46 was positioned inside of the FOV, in its periphery, with a zirconia implant within); zirconia group in the exomass (the alveolar socket of the tooth 46 was positioned outside of the FOV, with a zirconia implant within).

Three repetitions were made for each of the evaluated protocols to evaluate the replicability of the method. Thus, in total 72 CBCT scans were obtained (6 protocols x 4 teeth x 3 repetitions). Figure 1 shows examples of protocols acquired in the study.



Fig. 1: Axial reconstruction evaluated for the same root and different implant types and positions. A Control group simulating the endomass position. B The titanium implant in the endomass. C The zirconia implant in the endomass. D Control group simulating the exomass position. E The titanium implant in the exomass. F The zirconia implant in the exomass.

CBCT assessment

The expression of artifacts due to the beam hardening phenomenon was evaluated on the root positioned in the socket of tooth 45 by an oral and maxillofacial radiologist (R.C.F) with over 5 years of experience in objective image quality analysis, in a quiet and dimmed light room. CBCT scans were individually exported in DICOM format and evaluated in the ImageJ software (NIH Image, Bethesda, MD). The assessed axial reconstruction was standardized and corresponded to the mid-root level. That axial view was found on each CBCT volume using as reference the first reconstruction where the tooth was visualized until the last apex view, then the mid-root level reconstruction was selected to be evaluated.

In the mid-root level, two lines were drawn, the first line passing through the center of the root canal and parallel to the long axis of the mandibular body, and the second line was perpendicular to this first line and also in the center of the root. At their intersection, four bisector lines (45°) were drawn in different directions. Above those lines, eight lines of interest (LOIs) were drawn around the root canal: four lines in the parallel and perpendicular lines (buccal, lingual, mesial and distal) and four oblique lines over the bisectors (mesiobuccal,

distobuccal, mesiolingual and distolingual), beginning from the root canal surface with the corresponding length of 0.8mm (mesial and distal) and 1.3 mm (other LOIs) (Figure 2).

The ImageJ software MACRO tool was used in 8-bit images. This tool is a functionality of the ImageJ software that automates a series of internal commands that certificates that all LOIs were standardized. For each LOI, the mean of the gray values was obtained. After that, the difference in the mean of gray values (DMGV) between each experimental group (with implants) and the control group (without implant) within each LOI was calculated to assess the beam hardening artifact expression. Positive values for DMGV represent hyperdense artifacts and negative values hypodense artifacts, once the control group has greater means of gray values than the experimental groups.

Thirty days after the evaluation, 20% of the sample was re-evaluated to verify intraexaminer agreement.

Statistical analysis

The statistical analyses were performed using the SPSS software version 23.0 (IBM, Armonk, USA) with a significance level of 5%. The mean of the gray values and the DMGV obtained for each LOI were compared using the multi-way Analysis of Variance (ANOVA) with Tukey's post-hoc test to verify the influence of the studied factors (position and type of dental implant in the FOV, and location of the LOIs). The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was used to assess intra-examiner agreement. A power analysis of 0.95 was achieved considering the minimum difference among the groups investigated, the mean standard deviation and the number of CBCT scans per group.



Fig. 2: CBCT scan acquired with titanium implant in the exomass to illustrate the objective analysis performed: A. The first line was drawn through the center of the root canal, parallel to the long axis of the posterior region of the mandible, and a second line was drawn perpendicular to the first one. B. Two bisector lines were established at the intersection of the previous lines. C. Four LOIs were determined in the perpendicular and parallel lines (being 1.3 mm – buccal and lingual; 0.8mm – distal and mesial LOIs), representing the orthogonal directions, and four lines were defined in the bisector lines, representing the oblique directions (being 1.3 mm – mesiobuccal, distobuccal, mesiolingual, and distolingual).

RESULTS

The ICC value was 0.99, what is considered excellent 20 .

Table 1 shows mean (standard deviation) of gray values, according to the position and type of the implant, and location of the LOIs. Comparing endomass and exomass, titanium group presented significant lower mean of gray values in the endomass than in the exomass in all LOIs (p<0.0001); control and zirconia groups showed no significant difference in mean of gray values between endomass and exomass (p>0.05) (Figure 1).

Comparing the groups, in the endomass there was a significant difference between the control group and titanium and zirconia groups (p<0.0001), which did not differ from each other in general (p>0.05). An exception to this behavior was seen at the distobuccal, lingual and mesiolingual LOIs, which the zirconia group showed lower mean of gray values than the titanium group (p<0.0001). Differently, in the exomass the titanium group showed no difference in mean of gray values when compared with control group (p>0.05), whilst the zirconia group showed significant lower mean of gray values than both groups in all LOIs (p<0.0001).

| Position | LOI | Control | Titanium | Zirconia |
|----------|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| - | Distal | 120.40 (10.85) A | 86.39 (7.62) B | 78.89 (12.25) Bab |
| | Distolingual | 122.70 (11.64) A | 85.96 (3.29) B | 74.69 (10.02) Bb |
| | Distobuccal | 135.30 (10.91) A | 95.03 (6.25) B | 81.68 (14.54) Cab |
| | Lingual | 127.44 (14.74) A | 88.64 (2.46) B | 75.12 (9.25) Cb |
| Endomass | Mesial | 119.47 (11.91) A | 87.63 (4.51) B | 89.73 (7.09) Ba |
| | Mesiolingual | 119.86 (10.61) A | 87.32 (3.37) B | 72.88 (8.18) Cb |
| | Mesiobuccal | 126.68 (9.50) A | 86.90 (7.42) B | 80.97 (8.00) Bab |
| | Buccal | 129.12 (13.45) A | 91.16 (7.04) B | 86.61 (8.89) Ba |
| | | | | |
| | Distal | 115.30 (11.15) Ab | 118.88 (6.72) Aab* | 78.59 (12.21) Bbc |
| | Distolingual | 121.27 (15.03) Ab | 120.87 (4.44) Aab* | 86.55 (7.83) Bab |
| | Distobuccal | 132.80 (11.64) Aa | 131.06 (6.21) Aa* | 93.42 (13.19) Ba |
| Exomass | Lingual | 123.91 (9.97) Ab | 114.08 (10.14) Ab* | 68.76 (12.89) Bc |
| | Mesial | 118.97 (10.07) Ab | 119.10 (7.64) Aab* | 91.36 (6.78) Ba |
| | Mesiolingual | 117.87 (9.00) Ab | 119.75 (6.85) Aab* | 77.86 (5.36) Bbc |
| | Mesiobuccal | 119.24 (8.13) Ab | 119.27 (6.93) Aab* | 89.78 (5.63) Bab |
| | Buccal | 134.76 (10.17) Aa | 126.91 (7.42) Aa* | 87.84 (20.24) Bab |

Table 1 – Mean (standard deviation) of gray values, according to position and type of the implant, and locations of the LOIs

LOI: line of interest.

p implant type < 0.0001, p implant position < 0.0001, p region < 0.0001

* Differs from endomass

Uppercase letters indicate differences between implant types (horizontal) and lowercase letters between LOIs (vertical).

Regarding the comparison among the LOIs, in the endomass the titanium group showed no significant difference in mean of gray values among any LOIs (p>0.05). In contrary, the zirconia group induced significant lower mean of gray values in the lingual, distolingual, and mesiolingual LOIs and higher values in the mesial and buccal LOIs (p<0.0001) (Figure 3); the other LOIs showed intermediate values. In the exomass, the titanium group showed significant lower mean of gray values in the lingual LOI when compared with the distobuccal and buccal LOIs (p<0.0001); the zirconia group showed significant lower mean of gray values in the lingual LOI when compared with the distobuccal and buccal LOIs (p<0.0001); the zirconia group showed significant lower mean of gray values in the lingual LOI when compared with the distobuccal and mesial LOIs (p<0.0001) (Figure 3). In general, the control group showed no difference in means of gray values among the LOIs in both endomass and exomass, except for the distobuccal and buccal LOIs in the exomass, which had significant higher mean of gray values than all other LOIs (p<0.0001).



Fig. 3: Scheme of an axial view of the pre-molar root and the implant with the lines of interest demonstrating the mean of gray values according to the position in the FOV and type of implant. A, zirconia implant in the endomass; B, titanium implant in the endomass; C, zirconia implant in the exomass; D, titanium implant in the exomass. Lighter lines and darker lines represent the more hyperdense less hypodense and more hypodense streaks, respectively, than the control group within the LOIs. B, buccal; MB, mesiobuccal; M, mesial; ML, mesiolingual; L, lingual; DL, distolingual; DB, distobuccal and D, distal.

Table 2 shows the DMGV, according to the position and type of the implant, and location of the LOIs; positive values meant hyperdense artifacts, while negative values meant hypodense artifacts. Comparing endomass and exomass, titanium group in the endomass presented significant higher DMGV than in the exomass in all LOIs (p<0.0001); the zirconia group showed no significant difference of DMGV between them (p>0.05).

Regarding the effect of the type of implant, in the endomass the zirconia group had significant higher DMGV in the distolingual, distobuccal, lingual, and mesiolingual LOIs than titanium group (p<0.0001). Differently, in the exomass all LOIs of the zirconia group showed significant higher DMGV than the titanium group (p<0.0001).

Observing the different LOIs, the titanium group showed no significant difference in DMGV among the LOIs in both endomass and exomass (p>0.05). The zirconia group in the endomass had significant lower DMGV in the mesial LOI than all others (p<0.0001); in the exomass it showed significant higher DMGV for the lingual LOI in comparison with the distal, distolingual, mesial, and mesiobuccal LOIs (p<0.0001).

Table 2 – Difference of mean of gray values between the experimental groups (with implant) and control group (without implant) according to position and type of implant, and locations of the LOIs

| Position | LOI | Titanium | Zirconia |
|----------|--------------|----------|------------|
| | Distal | -34.00 | -41.50 a |
| | Distolingual | -36.75 B | -48.01 Aa |
| | Distobuccal | -40.27 B | -53.61 Aa |
| Endomass | Lingual | -38.80 B | -52.32 Aa |
| Endomass | Mesial | -31.84 | -29.74 b |
| | Mesiolingual | -32.54 B | -46.97 Aa |
| | Mesiobuccal | -39.78 | -45.71a |
| | Buccal | -37.95 | -42.51 a |
| | Distal | 3.58 B* | -36.70 Ab |
| | Distolingual | -0.41 B* | -34.73 Ab |
| | Distobuccal | -1.74 B* | -39.37 Aab |
| | Lingual | -9.83 B* | -55.15 Aa |
| Exomass | Mesial | 0.13 B* | -27.61 Ac |
| | Mesiolingual | 1.88 B* | -40.00 Aab |
| | Mesiobuccal | 0.03 B* | -29.46 Ac |
| | Buccal | -7.85 B* | -46.92 Aab |

LOI: line of interest.

p implant type < 0.0001, p implant position < 0.0001, p region < 0.0001

* Differs from endomass

Uppercase letters indicate differences between implant types (horizontal) and lowercase letters between LOIs (vertical). The absence of letters indicates that no difference was found between the different situations.

DISCUSSION

CBCT image quality enhancement is a constant purpose in the radiology research field due to its prone to be harmed by artifacts. They can be caused by objects of high atomic number and density positioned in the X-ray path in the endomass and in the exomass, and can manifest as hypodense and hyperdense streaks at the tomographic image¹. This image impairment may induce false diagnosis that may lead to an incorrect treatment^{16,21}. Considering that, this study aimed altering dental implant position, placing it in the endomass and in the exomass, and objectively observe the artifacts patterns in a root nearby. In general, the position of the zirconia implant (in the endomass or in the exomass) did not affect the expression of artifacts, while titanium implant in the exomass produced significantly less artifacts when compared with endomass, therefore the null hypothesis was rejected.

The zirconia group behavior was unexpected due to different results from a preview study, in which this implant in the exomass resulted in a greater expression of artifacts than when it was in the endomass⁶. That difference may be due to distinct methodology used; unlike the present study, they reduced the FOV size to position the implant outside the FOV. They could have different results using the same FOV size for both conditions, as that determines the amount of scatter radiation produced by the patient's tissues, which can impair image quality²². Besides, when the implant was in the endomass, in our study it was in the periphery of the FOV, while, in this preview study, it was more centered in the FOV. Furthermore, they acquired the mean of gray values standard deviation of gray values from areas, while our study obtained mean of gray values from lines, which can also induce different results.

The titanium and zirconia groups presented significantly lower mean of gray values than the control group in the endomass, therefore, more hypodense artifact expression. Conversely, the titanium group in the exomass had resembling mean of gray values as the control group, thus, we infer that no expression of artifacts was observed in this situation, while zirconia implant continued inducing hypodense artifacts in this position. Different from our results, a preview study found that the titanium implant in the exomass induced hypodense artifacts in three different CBCT units when compared with control group²³. That difference is probably due to distinct phantom, CBCT units and methodologies, such as parameters and analyses of the data used. They obtained the mean and standard deviation of gray values from 16 homogeneous areas of a hyperdense solution that encompassed several areas of the FOV, while in the present study the mean of gray values was obtained from lines in a dental root positioned in a restricted region of the FOV.

The titanium group showed more uniform variability of gray values among the LOIs in the endomass; however, they were significantly lower than control group, which means that hypodense artifacts were still present despite their uniformity. In the zirconia group in the endomass, it was observed a greater expression of hypodense streaks in the distolingual, lingual, and mesiolingual LOIs. This result is in accordance with Nascimento et al. ²⁴ that concluded that zirconia implants generated hypodense streaks at the adjacent areas and at the lingual cortical. Therefore, the lingual regions of a tooth positioned next to a zirconia implant must be cautiously evaluated, due to the fact that a hypodense and hyperdense streaks can mimic or hide a root fracture, or an external cervical root resorption for example^{16, 25}.

Observing the LOIs of the titanium group in the exomass, some discrepancy between the mean of gray values of the LOIs was found. However, the values were similar to the control group, and that fact exceeds the importance of showing variability of gray values in some LOIs. Besides, the increase in the mean of gray values for all LOIs suggests that the best position for the titanium implant is in the exomass. Nevertheless, again it is necessary to emphasize the special attention required for the lingual LOI, which had the lowest mean of gray values of all regions. Moreover, the zirconia group in the exomass presented three LOIs with variability of gray values, while in the endomass five LOIs were affected. This might suggest a more uniform variability of gray values when the zirconia implant was in the exomass. Since the position of the zirconia implant did not directly affect the expression of artifacts, the choice of its position in the FOV could be based on the variability of the gray values among the LOIs. For that reason, we suggest to position the zirconia implant in the exomass rather than endomass when it is necessary to evaluate a tooth nearby, with a special attention in the lingual region of the tooth.

Considering the causes of artifacts production, the greater expression of artifacts by the zirconia implant was expected as happened in previous studies, due to the fact that zirconia has a higher atomic number than titanium ($Z_{Zr} = 40$; $Z_{Ti} = 22$)^{6,16, 24-27}. Therefore, the X-ray photons are more attenuated and prone to induce beam hardening²⁷.

Notwithstanding, in relation to the result of the DMGV between the experimental groups and the control group, it was observed that the majority of the LOIs had negative values for both implants in both positions, therefore the mean of gray values for most LOIs were lower than the means of control group. As the control group presented the highest levels of mean of gray values, it is possible to affirm that the negative results probably correspond to hypodense artifacts. Obviously, the result showed similar conclusions as those of the gray values. The authors chose to include that objective analysis proposed by Farias-Gomes et al.²⁸ to clarify the results for clinicians, so they can easily detect which are the most affected LOIs by the beam hardening artifacts and if they are hypodense or hyperdense artifacts.

Usually in the periphery of the FOV there is greater amount of noise, streaking artifacts and image distortion due to the cone-beam effect²⁹. However, this potential source of artifacts did not interfere within our results, as no difference was found in the mean of gray values between the control group in the endomass (root more centralized in the FOV) and in the exomass (root in the periphery of the FOV). Candemil et al.⁵ detected in three different CBCT units pronounced expression of artifacts derived from metal objects located in the exomass in the center of a small-FOV. When the metal object is located outside the FOV, the authors

recommended not to place the object of study in the center of the FOV during an acquisition to avoid misinterpretation caused by artifacts. In the present study, when the implants were positioned in the exomass, the premolar root was in the periphery of the FOV, and probably that influenced the relative reduction of artifacts in the evaluated root.

In the present study, the MAR (metal artifact reduction) tool was not tested. Despite its promising effect, recent studies found limitations in the use of this tool in some CBCT units and under different circumstances. Demirturk et al.⁶ and Candemil et al.³⁰ found that this tool is not effective in reducing artifact expression when the high atomic number and density object is positioned in the exomass. Besides, Queiroz et al.³¹ found that, when a metal alloy is in the endomass, the MAR tool is only effective in reducing artifacts expression when this object is in the central region of the FOV.

The present study has inherent limitations concerning an ex vivo setup. One of them is the lack of adjacent anatomical structures (e.g., cranium structures) and patient's movement, which probably could influence our results. However, it is not recommended to apply the current methodology with a series of image acquisitions in a clinical scenario in respect of the radiation protection. In this matter, all simulations in this research were managed with human teeth and mandible, to create the most reliable conformation and develop the most trustworthy results. Besides, it was possible to achieve a standard protocol for all acquisitions, and also a better control of the variables.

The topic investigated here is very important due to the fact that nowadays many patients have dental implants in the oral cavity and currently undergo endodontic treatments that require a small-FOV CBCT scan. Thus, finding the best position for a dental implant in the FOV in order to reduce the beam hardening artifacts has a clinical relevance. Regarding our findings, with the CBCT unit and parameters used, both implants induced less beam hardening artifact in the tooth in the vicinity when positioned in the exomass. And at least, it is important to understand that not only implants but other objects with high atomic number and density can jeopardize the image quality as well as the implants. Clinicians should currently update their knowledge regarding the artifacts patterns to provide the most appropriate treatment for their patients. In this matter, to a better comprehension of artifacts impact in CBCT imaging, further studies should be conducted embracing other factors, as mapping the artifacts in a tooth in the vicinity of different restorative materials.

In conclusion, titanium and zirconia implants may produce less beam hardening artifacts in a tooth nearby when positioned in the exomass. Importantly, the lingual region of a tooth next to a titanium or zirconia implant must always be carefully evaluated regardless of their position in the FOV.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

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

REFERENCES

 Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. Dent Clin North Am. 2018; 62(3):361-391.

2. Veldhoen S, Schöllchen M, Hanken H, et al. Performance of cone-beam computed tomography and multidetector computed tomography in diagnostic imaging of the midface: A comparative study on Phantom and cadaver head scans. Eur Radiol. 2017;27(2):790-800.

 Schulze R, Heil U, Gross D, et al. Artifacts in CBCT: a review. Dentomaxillofac Radiol. 2011;40(5):265-273.

4. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. Semin Orthod. 2009;15:2-13.

5. Candemil AP, Salmon B, Freitas DQ, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Distribution of metal artifacts arising from the exomass in small field-of-view cone beam computed tomography scans. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2020;130(1):116-125.

6. Demirturk Kocasarac H, Koenig LJ, Ustaoglu G, Oliveira ML, Freitas DQ. CBCT image artifacts generated by implants located inside the field of view or in the exomass. Dentomaxillofac Radiol. 2022;51(2):20210092.

7. Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. Clin Oral Investig. 2018;22(7):2495-2503.

8. Gomez F, Brea G, Gomez-Sosa JF. Root canal morphology and variations in mandibular second molars: an in vivo cone-beam computed tomography analysis. BMC Oral Health. 2021;21(1):424. Published 2021 Sep 1.

9. Leontiev W, Connert T, Weiger R, Dagassan-Berndt D, Krastl G, Magni E. Guided Endodontics: Three-dimensional Planning and Template-aided Preparation of Endodontic Access Cavities. J Vis Exp. 2022;(183):10.3791/63781. Published 2022 May 24.

 Alaugaily I, Azim AA. CBCT Patterns of Bone Loss and Clinical Predictors for the Diagnosis of Cracked Teeth and Teeth with Vertical Root Fracture. J Endod. 2022;48(9):1100-1106.

11. Uğur Aydin Z, Göller Bulut D. Determination of Root Canal Length Up to Perforation Area Using Different Electronic Apex Locators and CBCT Images Obtained at Different Voxel Sizes: A Comparative Ex Vivo Study. Chin J Dent Res. 2021;24(1):49-54.

Heboyan A, Avetisyan A, Karobari MI, et al. Tooth root resorption: A review. Sci Prog. 2022;105(3):368504221109217.

13. Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by. Int Endod J. 2019;52(12):1675-1678.

14. Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. 2015 Update. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015;120(4):508-512.

15. Fontenele RC, Farias Gomes A, Rosado LPL, Neves FS, Freitas DQ. Mapping the expression of beam hardening artifacts produced by metal posts positioned in different regions of the dental arch. Clin Oral Investig. 2021;25(2):571-579.

16. Freitas DQ, Vasconcelos TV, Noujeim M. Diagnosis of vertical root fracture in teeth close and distant to implant: an in vitro study to assess the influence of artifacts produced in cone beam computed tomography. Clin Oral Investig. 2019;23(3):1263-1270.

17. Wanderley VA, Freitas DQ, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Influence of Tooth Orientation on the Detection of Vertical Root Fracture in Cone-beam Computed Tomography. J Endod. 2018;44(7):1168-1172.

18. 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.

19. Iikubo M, Osano T, Sano T, et al. Root canal filling materials spread pattern mimicking root fractures in dental CBCT images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015;120(4):521-527.

20. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. J Chiropr Med. 2016; 15: 155–63.

21. Talwar S, Utneja S, Nawal RR, Kaushik A, Srivastava D, Oberoy SS. Role of Conebeam Computed Tomography in Diagnosis of Vertical Root Fractures: A Systematic Review and Meta-analysis. J Endod. 2016;42(1):12-24.

22. Terrabuio BR, Carvalho CG, Peralta-Mamani M, Santos PSDS, Rubira-Bullen IRF, Rubira CMF. Cone-beam computed tomography artifacts in the presence of dental implants and associated factors: an integrative review. Imaging Sci Dent. 2021;51(2):93-106.

23. Candemil AP, Salmon B, Freitas DQ, Ambrosano GM, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Metallic materials in the exomass impair cone beam CT voxel values. Dentomaxillofac Radiol. 2018;47(6):20180011.

24. Nascimento EHL, Fontenele RC, Santaella GM, Freitas DQ. Difference in the artifacts production and the performance of the metal artefact reduction (MAR) tool between the buccal and lingual cortical plates adjacent to zirconium dental implant. Dentomaxillofac Radiol 2019;48(8):20190058.

25. Freitas DQ, Nascimento EHL, Vasconcelos TV, Noujeim M. Diagnosis of external root resorption in teeth close and distant to zirconium implants: influence of acquisition parameters and artifacts produced during cone beam computed tomography. Int Endod J. 2019;52(6):866-873.

26. Vasconcelos TV, Leandro Nascimento EH, Bechara BB, Freitas DQ, Noujeim M. Influence of Cone Beam Computed Tomography Settings on Implant Artifacts Production: Zirconia and Titanium. Int J Oral Maxillofac Implants 2019;34(5):1114-1120.

27. Fontenele RC, Nascimento EH, Vasconcelos TV, Noujeim M, Freitas DQ. Magnitude of cone beam CT image artifacts related to zirconium and titanium implants: impact on image quality. Dentomaxillofac Radiol. 2018;47(6):20180021.

28. Farias-Gomes A, Fontenele RC, Rosado LPL, Neves FS, Freitas DQ. The metal post material influences the performance of artefact reduction algorithms in CBCT images. Braz Dent J 2022;33(1):31-40.

29. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work?. Dent Clin North Am. 2008;52(4):707-v.

30. Candemil AP, Salmon B, Freitas DQ, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Are metal artefact reduction algorithms effective to correct cone beam CT artifacts arising from the exomass?. Dentomaxillofac Radiol. 2019;48(3):20180290.

31. Queiroz PM, Santaella GM, da Paz TD, Freitas DQ. Evaluation of a metal artefact reduction tool on different positions of a metal object in the FOV. Dentomaxillofac Radiol. 2017;46(3):20160366.

3. CONCLUSÃO

Implantes de titânio e zircônia apresentam menor expressão de artefatos de endurecimento do feixe em um dente próximo a eles quando posicionados na exomassa. É importante ressaltar que a região lingual de um dente próximo de um implante de titânio ou zircônia deve ser avaliada com cautela, independentemente do posicionamento dos implantes no FOV.

REFERÊNCIAS*

Alaugaily I, Azim AA. CBCT Patterns of Bone Loss and Clinical Predictors for the Diagnosis of Cracked Teeth and Teeth with Vertical Root Fracture. J Endod. 2022;48(9):1100-1106. doi:10.1016/j.joen.2022.06.004

Bushberg JT. Eleventh annual Warren K. Sinclair keynote address-science, radiation protection and NCRP: building on the past, looking to the future. Health Phys. 2015;108(2):115-123. https://doi.org/10.1097/HP.0000000000022

Candemil AP, Salmon B, Ambrosano GMB, Freitas DQ, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Influence of voxel size on cone beam computed tomography artifacts arising from the exomass.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2021;132(4):456-464. doi:10.1016/j.0000.2020.12.003

Candemil AP, Salmon B, Freitas DQ, Ambrosano GM, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Metallic materials in the exomass impair cone beam CT voxel values. Dentomaxillofac Radiol. 2018;47(6):20180011. doi:10.1259/dmfr.20180011

Candemil AP, Salmon B, Freitas DQ, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Are metal artefact reduction algorithms effective to correct cone beam CT artifacts arising from the exomass?. Dentomaxillofac Radiol. 2019;48(3):20180290. doi:10.1259/dmfr.20180290

Candemil AP, Salmon B, Freitas DQ, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Distribution of metal artifacts arising from the exomass in small field-of-view cone beam computed tomography scans. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2020;130(1):116-125. doi:10.1016/j.0000.2020.01.002

Demirturk Kocasarac H, Koenig LJ, Ustaoglu G, Oliveira ML, Freitas DQ. CBCT image artifacts generated by implants located inside the field of view or in the exomass. Dentomaxillofac Radiol. 2022;51(2):20210092. doi:10.1259/dmfr.20210092

Farias-Gomes A, Fontenele RC, Rosado LPL, Neves FS, Freitas DQ. The metal post material influences the performance of artefact reduction algorithms in CBCT images. Braz Dent J 2022;33(1):31-40. doi:10.1590/0103-6440202204222

Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. Semin Orthod. 2009;15:2-13

Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015;120(4):508-512. doi:10.1016/j.0000.2015.07.033

Fontenele RC, Farias Gomes A, Rosado LPL, Neves FS, Freitas DQ. Mapping the expression of beam hardening artifacts produced by metal posts positioned in different regions of the dental arch. Clin Oral Investig. 2021;25(2):571-579. doi:10.1007/s00784-020-03494-z.

Fontenele RC, Nascimento EH, Vasconcelos TV, Noujeim M, Freitas DQ. Magnitude of cone beam CT image artifacts related to zirconium and titanium implants: impact on image quality. Dentomaxillofac Radiol. 2018;10:20180021

Freitas DQ, Nascimento EHL, Vasconcelos TV, Noujeim M. Diagnosis of external root resorption in teeth close and distant to zirconium implants: influence of acquisition parameters and artifacts produced during cone beam computed tomography. Int Endod J. 2019;52(6):866-873. doi:10.1111/iej.13065

Freitas DQ, Vasconcelos TV, Noujeim M. Diagnosis of vertical root fracture in teeth close and distant to implant: an in vitro study to assess the influence of artifacts produced in cone beam computed tomography. Clin Oral Investig. 2019;23(3):1263-1270. doi:10.1007/s00784-018-2558-z

Gomez F, Brea G, Gomez-Sosa JF. Root canal morphology and variations in mandibular second molars: an in vivo cone-beam computed tomography analysis. BMC Oral Health. 2021;21(1):424. Published 2021 Sep 1. doi:10.1186/s12903-021-01787-7

Heboyan A, Avetisyan A, Karobari MI, et al. Tooth root resorption: A review. Sci Prog. 2022;105(3):368504221109217. doi:10.1177/00368504221109217

Iikubo M, Osano T, Sano T, et al. Root canal filling materials spread pattern mimicking root fractures in dental CBCT images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015;120(4):521-527. doi:10.1016/j.0000.2015.06.030

Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. J Chiropr Med. 2016; 15: 155–63. doi: https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012

Leontiev W, Connert T, Weiger R, Dagassan-Berndt D, Krastl G, Magni E. Guided Endodontics: Three-dimensional Planning and Template-aided Preparation of Endodontic Access Cavities. J Vis Exp. 2022;(183):10.3791/63781. Published 2022 May 24. doi:10.3791/63781

Nascimento EHL, Fontenele RC, Santaella GM, Freitas DQ. Difference in the artifacts production and the performance of the metal artefact reduction (MAR) tool between the buccal and lingual cortical plates adjacent to zirconium dental implant. Dentomaxillofac Radiol. 2019;48(8):20190058. doi:10.1259/dmfr.20190058

Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. Clin Oral Investig. 2018;22(7):2495-2503. doi:10.1007/s00784-018-2344-y

Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. Dent Clin North Am. 2018;62(3):361-391. doi:10.1016/j.cden.2018.03.002

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. doi:10.1016/j.joen.2014.06.012

Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, Stratis A, Hedesiu M, Salmon B. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. Pediatr Radiol. 2018;48(3):308-316. https://doi.org/10.1007/s00247-017-4012-9

Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by. Int Endod J. 2019;52(12):1675-1678. doi:10.1111/iej.13187

Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work?. Dent Clin North Am. 2008;52(4):707-v. doi:10.1016/j.cden.2008.05.005

Pauwels R, Stamatakis H, Bosmans H, et al. Quantification of metal artifacts on cone beam computed tomography images. Clin Oral Implants Res. 2013;24 Suppl A100:94-99. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02382.x

Queiroz PM, Santaella GM, da Paz TD, Freitas DQ. Evaluation of a metal artefact reduction tool on different positions of a metal object in the FOV. Dentomaxillofac Radiol. 2017;46(3):20160366. doi:10.1259/dmfr.20160366

Sawicki P, Zawadzki PJ, Regulski P. The Impact of Cone-Beam Computed Tomography Exposure Parameters on Peri-Implant Artifacts: A Literature Review. Cureus. 2022;14(3):e23035. Published 2022 Mar 10. doi:10.7759/cureus.23035

Schulze R, Heil U, Gross D, et al. Artifacts in CBCT: a review. Dentomaxillofac Radiol. 2011;40(5):265-273. doi:10.1259/dmfr/30642039

Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. 2015 Update. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015;120(4):508-512. doi:10.1016/j.0000.2015.07.033

Talwar S, Utneja S, Nawal RR, Kaushik A, Srivastava D, Oberoy SS. Role of Cone-beam Computed Tomography in Diagnosis of Vertical Root Fractures: A Systematic Review and Meta-analysis. J Endod. 2016;42(1):12-24. doi:10.1016/j.joen.2015.09.012

Terrabuio BR, Carvalho CG, Peralta-Mamani M, Santos PSDS, Rubira-Bullen IRF, Rubira CMF. Cone-beam computed tomography artifacts in the presence of dental implants and associated factors: an integrative review. Imaging Sci Dent. 2021;51(2):93-106. doi:10.5624/isd.20200320

Uğur Aydin Z, Göller Bulut D. Determination of Root Canal Length Up to Perforation Area Using Different Electronic Apex Locators and CBCT Images Obtained at Different Voxel Sizes: A Comparative Ex Vivo Study. Chin J Dent Res. 2021;24(1):49-54. doi:10.3290/j.cjdr.b1105877 Vasconcelos TV, Leandro Nascimento EH, Bechara BB, Freitas DQ, Noujeim M. Influence of Cone Beam Computed Tomography Settings on Implant Artifacts Production: Zirconia and Titanium. Int J Oral Maxillofac Implants. 2019;34(5):1114-1120. doi:10.11607/jomi.7129

Veldhoen S, Schöllchen M, Hanken H, et al. Performance of cone-beam computed tomography and multidetector computed tomography in diagnostic imaging of the midface: A comparative study on Phantom and cadaver head scans. Eur Radiol. 2017;27(2):790-800. doi:10.1007/s00330-016-4387-2

Wanderley VA, Freitas DQ, Haiter-Neto F, Oliveira ML. Influence of Tooth Orientation on the Detection of Vertical Root Fracture in Cone-beam Computed Tomography. J Endod. 2018;44(7):1168-1172. doi:10.1016/j.joen.2018.04.006

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

APÊNDICE - METODOLOGIA DETALHADA

Este estudo foi realizado após aprovação do comitê de ética institucional local, sob o número de protocolo 61526022.7.0000.5418.

Seleção e preparação da amostra

A amostra consistiu de quatro dentes pré-molares inferiores unirradiculares que foram doados por um cirurgião-dentista, uma mandíbula humana seca com alvéolos pertencente ao biobanco da Área de Anatomia do Departamento de Morfologia da FOP/UNICAMP e implantes de titânio e zircônia.

• Critérios de inclusão

Mandíbula humana edêntula com alvéolos preservados e idade estimada entre 50 e 60 anos. Quatro pré-molares inferiores unirradiculares hígidos extraídos por motivos alheios ao estudo, de pacientes com idade estimada entre 50 e 60 anos, com diâmetro radicular maior ou igual 1,3 mm na vestibular e lingual e maior que 0,8 mm na mesial e distal. Essas medidas foram confirmadas nas imagens tomográficas.

• Critérios de exclusão

Foram excluídos os dentes que apresentavam tratamento endodôntico prévio, reabsorção radicular interna ou externa, fratura radicular, raízes e/ou canais radiculares supranumerários, canais radiculares obliterados e calcificações pulpares.

• Preparação da amostra

Os quatro pré-molares inferiores unirradiculares foram inspecionados clinicamente e radiograficamente para confirmar se apresentavam os critérios ideais a serem utilizados no estudo. As coroas dos dentes foram seccionadas na junção cemento-esmalte para eliminar possíveis artefatos gerados pelo esmalte. Para isso, foi utilizado o disco diamantado (Extec Corp., Enfield, EUA), a uma rotação de 400 rpm, na máquina de corte Isomet 1000 (Buehler

Ltda., Lake Bluff, EUA). As raízes foram posicionadas, uma por vez, no alvéolo da mandíbula humana seca na região do dente 45. Implantes de titânio (Titamax, Neodent, Brasil) e zircônia (Z-Look3, Z-systems, Suíça) foram inseridos no alvéolo do dente 46, em momentos distintos, conforme a figura 1. O fantoma foi fixado com cera dentro de um recipiente plástico preenchido por água para simular a atenuação do feixe de raios X pelos tecidos moles.



Figura 1: Imagem da mandíbula imersa em água com a raiz do pré-molar no alvéolo do dente 45 e o implante de titânio no alvéolo do dente 46.

Aquisição das imagens

O tomógrafo OP300 Maxio (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finlândia), pertencente à Clínica de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), foi utilizado para realizar as aquisições de tomografia computadorizada de feixe cônico. O posicionamento do fantoma foi padronizado utilizando-se as linhas guias do aparelho como mostra a figura 2.



Figura 2: Imagem demonstrando o posicionamento do fantoma com auxílio das linhas guias do tomógrafo Op300 Maxio.

Aquisições de TCFC com parâmetros constantes foram adquiridas usando FOV 5 x 5 cm, 90 kVp, 5 mA, 0,085-mm voxel, 8,7 s tempo de escaneamento and 588 imagens base. Foram realizados 6 protocolos, variando-se a posição do alvéolo do dente 46 (local de produção dos artefatos), a presença e tipo de implante:

- Grupo controle na endomassa: o alvéolo do dente 46 foi posicionado dentro do FOV, em sua periferia, sem implante;

- Grupo controle na exomassa: o alvéolo do dente 46 foi posicionado fora do FOV, sem implante;

- Grupo titânio na endomassa: o alvéolo do dente 46 foi posicionado dentro do FOV, em sua periferia, com o implante de titânio;

- Grupo titânio na exomassa: o alvéolo do dente 46 foi posicionado fora do FOV, com o implante de titânio;

- Grupo zircônia na endomassa: o alvéolo do dente 46 foi posicionado dentro do FOV, em sua periferia, com o implante de zircônia;

- Grupo zircônia na exomassa: o alvéolo do dente 46 foi posicionado fora do FOV, com o implante de zircônia.

Foram realizadas três repetições para cada um dos protocolos avaliados para avaliar a replicabilidade do método. Assim, no total foram obtidos 72 exames de TCFC (6 protocolos x 4 raízes x 3 repetições).

Avaliação das imagens

A expressão de artefatos devido ao fenômeno de endurecimento do feixe foi avaliada por um radiologista (R.C.F.) com mais de 5 anos de experiência em análise objetiva em imagens tomográficas. Este avaliador passou por uma calibração prévia para o melhor entendimento dos métodos de avaliação da pesquisa, e foi orientado a realizá-la em uma sala silenciosa.

Os exames de TCFC foram exportados individualmente no formato DICOM e avaliadas no software ImageJ (NIH Image, Bethesda, MD, USA). A referência abrangeu a primeira reconstrução axial onde o dente foi visualizado até a última vista do ápice radicular. Em seguida, a reconstrução axial do nível médio da raiz foi determinada em cada volume de TCFC. No nível médio da raiz foram traçadas duas linhas, a primeira passando pelo centro do canal radicular e paralela ao longo eixo do corpo mandibular e a segunda linha perpendicular a esta primeira linha, também passando pelo centro do canal. Na sua intersecção foram realizadas quatro bissetrizes (45°) em diferentes direções. Acima dessas linhas, 8 linhas de interesse (LOIs) foram realizadas ao redor do canal radicular: 4 linhas sobre as linhas paralelas e perpendiculares (vestibular, lingual, mesial e distal) e 4 linhas oblíquas sobre as bissetrizes (mesiovestibular, distovestibular, mesiolingual e distolingual), iniciando na região mais externa do canal radicular com o comprimento correspondente de 0,8mm (mesial e distal) e 1,3mm (outras LOIs) (Figura 3).

Para padronização das LOIs, foi utilizada a ferramenta MACRO do software ImageJ em imagens de 8 bits. Esta ferramenta é uma funcionalidade do software ImageJ que automatiza uma série de comandos internos. Para cada LOI, foi obtida a média dos valores de cinza. Em seguida, a diferença da média dos valores de cinza (DMVC) entre os grupos experimentais (com implantes) e o grupo de controle (sem implantes) de cada LOI foi calculada para avaliar a expressão do artefato de endurecimento do feixe. Os valores positivos significavam que os valores de cinza estavam mais hiperdensos, e, os valores negativos, mais hipodensos que os do grupo controle.



Figura 3: Imagem tomográfica adquirida com implante de titânio na exomassa para ilustrar a análise objetiva realizada. 1 A primeira linha foi traçada passando pelo centro do canal radicular, paralela ao longo eixo da região posterior da mandíbula, e uma segunda linha foi traçada perpendicularmente à primeira. 2 Na intersecção das linhas anteriores foram estabelecidas duas bissetrizes. 3 Quatro LOIs foram determinadas nas linhas perpendiculares e paralelas (sendo 1,3mm – vestibular e lingual; 0,8mm – LOIs distal e mesial), representando as direções ortogonais, e quatro linhas foram definidas nas linhas bissetoriais, representando as direções oblíquas (sendo 1,3mm – LOIs mesiovestibular, distovestibular, mesiolingual e distolingual).

Trinta dias após as avaliações, 20% da amostra foi reavaliada para verificar a concordância intra-examinador através do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC).

Análise estatística

As análises foram realizadas utilizando-se o software SPSS versão 23.0 (IBM, Armonk, NY) com um nível de significância de 5%. A média dos valores de cinza obtidos para cada LOI e DMVC foram comparados usando o teste de Análise de Variância multifatorial (ANOVA) com o teste post-hoc de Tukey para verificar a influência dos fatores estudados (posição no FOV e tipo de implante dentário, e localização das LOIs). O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) foi utilizado para avaliar a concordância intra-examinador. O poder do teste para este estudo foi de 0,95, considerando a diferença mínima entre as médias, o desvio padrão médio e o número de exames de TCFC por grupo.

ANEXOS

1. Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)



DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Mapeamento dos artefatos gerados por diferentes implantes dentários em um dente localizado adjacente à região geradora de artefatos: uma comparação entre endo e exomassa.

Pesquisador: MARIA FERNANDA DA SILVA ANDRADE BORTOLETTO

Área Temática: Versão: 2

CAAE: 61526022.7.0000.5418

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.637.176

Apresentação do Projeto:

O parecer inicial é elaborado com base na transcrição editada do conteúdo do registro do protocolo na Plataforma Brasil e dos arquivos anexados à Plataforma Brasil. Os pareceres de retorno, emendas e notificações são elaborados a partir do último parecer e dos dados e arquivos da última versão apresentada. A EQUIPE DE PESQUISA citada na capa do projeto de pesquisa inclui MARIA FERNANDA DA SILVA ANDRADE BORTOLETTO (Cirurgiã-dentista, Mestranda no PPG em Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP, Pesquisadora responsável), ROCHARLES CAVALCANTE FONTENELE (Cirurgiãodentista, Doutorando no PPG em Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP), DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS FRANÇA (Cirurgiã-dentista, Professora Doutora da Área de Radiologia da FOP/UNICAMP), o que é confirmado na declaração dos pesquisadores e na PB.

DELINEAMENTO DA PESQUISA: Trata-se de estudo experimental in vitro, transversal e quantitativo a ser realizado na área de Radiologia Odontológica da FOP/Unicamp, na cidade de Piracicaba (São Paulo). A amostra será composta por 04 dentes pré-molares inferiores unirradiculares e uma mandíbula humana seca. Esta amostra independe do sexo e etnia do paciente. Estima-se que a

| En | Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 | | | | | |
|----|--|---------------|--------------------|------------|--------------------|--|
| Ba | irro: A | reião | CEP: | 13.414-903 | | |
| UF | : SP | Município: | PIRACICABA | | | |
| Те | lefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br | |

Página 01 de 10





Continuação do Parecer: 5.637.176

faixa etária da amostra (mandíbula e dentes) varie entre 50 e 60 anos. O estudo terá duração de 4 meses.

MATERIAL E MÉTODOS: Esse projeto será iniciado apenas após a sua aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa local.

Delineamento do estudo: Será realizado um estudo experimental de investigação in vitro, transversal e quantitativo a ser realizado na área de Radiologia Odontológica da FOP/Unicamp, na cidade de Piracicaba (São Paulo)

Identificação clara das fontes de obtenção do material da pesquisa: Para simular as condições deste estudo será utilizada uma mandíbula de um indivíduo adulto pertencente ao biobanco da Área de Anatomia do Departamento de Morfologia da FOP/UNICAMP. Para uso, será solicitada autorização da profa. Dra. Ana Cláudia Rossi, coordenadora do referido biobanco. O biobanco da FOP/UNICAMP cumpre a Resolução 44/11, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), do Ministério da Saúde. A mandíbula utilizada não permite a identificação dos humanos a quem pertenceram os ossos. Os dentes que serão utilizados no presente estudo, foram doados por um cirurgião-dentista, que tiveram indicação de exodontia por razões alheias ao estudo. Tais pacientes não são identificados através dos dentes doados. As imagens tomográficas serão adquiridas na clínica de radiologia da área de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP.

Características gerais da população a estudar: A amostra será composta por 04 dentes pré-molares inferiores unirradiculares e uma mandíbula humana seca. Esta amostra independe do sexo e etnia do paciente. Estima-se que a faixa etária da amostra (mandíbula e dentes) varie entre 50 e 60 anos.

Critérios de inclusão e exclusão: Os dentes serão selecionados para compor a amostra mediante a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão a seguir

Critérios de inclusão: A amostra será composta por: - 1 (uma) mandíbula humana edêntula com alvéolos preservados com idade estimada entre 50 e 60 anos; - 04 (quatro) pré-molares inferiores unirradiculares hígidos extraídos por motivos alheios ao estudo, de pacientes com idade estimada entre 50 e 60 anos, com diâmetro radicular maior ou igual 1,3 mm.

Critérios de exclusão: Serão excluídos da amostra mandíbula com variações anatômicas ou qualquer alteração morfológica causada por patologias ósseas e dentes que apresentem tratamento endodôntico prévio, reabsorção radicular interna ou externa, fratura radicular, raízes

| Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 | | | | | |
|--|---------------|--------------------|------------|--------------------|--|
| Bairro: A | reião | CEP: | 13.414-903 | | |
| UF: SP | Município: | PIRACICABA | | | |
| Telefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br | |

Página 02 de 10



Continuação do Parecer: 5.637.176

e/ou canais radiculares supranumerários, canais radiculares obliterados e calcificações pulpares. Descrição dos métodos que afetam os participantes do experimento

Preparo da amostra: Serão utilizados 04 dentes pré-molares inferiores unirradiculares que passarão por inspeção visual e radiográfica para confirmar se apresentam os critérios ideais para serem utilizados no estudo. Os dentes foram extraídos previamente ao estudo, por razões alheias ao da pesquisa e não permitem identificação dos indivíduos aos quais pertenceram. Uma mandíbula humana seca também será usada para compor o fantoma. Os dentes unirradiculares serão posicionados, um por vez, no alvéolo do dente 45. No alvéolo do dente 46 será inserido um implante de Titânio (Titamax, Neodent, Brazil) e de Zircônia (ZLook3, Z-systems, Switzerland) em momentos distintos. Este fantoma será fixado com cera no interior de um container plástico preenchido com água para simular a atenuação do feixe de raios X pelos tecidos moles.

Aquisição das imagens: O tomógrafo OP300 Maxio (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finlândia) será utilizado para realizar as aquisições das tomografias computadorizadas de feixe cônico. O fantoma será posicionado no centro do campo de visão (FOV) e sua posição será padronizada usando as linhas guias do equipamento como referência. Serão feitas um total de 48 aquisições de TCFC com parâmetros constantes (5 miliamperes, 90 quilovoltagem-pico, voxel 0.08mm e FOV de 5x5cm). Serão realizadas 4 aquisições por dente que ocorrerão da seguinte forma: - Uma aquisição com o implante de Titânio posicionado no alvéolo do dente 46 e dentro do FOV. - Uma aquisição com o implante de Titânio posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do FOV. - Uma aquisição com o implante de Titânio posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do FOV. - Uma aquisição com o implante de Titânio posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do SOV. - Uma aquisição com o implante de Zircônia posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do SOV. - Uma aquisição com o implante de Zircônia posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do SOV. - Uma aquisição com o implante de Zircônia posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do SOV. - Uma aquisição com o implante de Zircônia posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do SOV. - Uma aquisição com o implante de Zircônia posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do SOV. - Uma aquisição com o implante de Zircônia posicionado no alvéolo do dente 46 e fora do SOV. Serão realizadas 03 repetições para cada um dos protocolos avaliados com o objetivo de avaliar a replicabilidade do método. Dessa forma, serão obtidos 48 exames de TCFC (4 protocolos x 4 dentes x 3 repetições).

Avaliação das imagens: A expressão dos artefatos gerados devido o fenômeno de endurecimento do feixe será avaliada por um radiologista experiente na análise objetiva da qualidade da imagem, em uma sala silenciosa com luz branda. O referido avaliador é um dos autores da presente pesquisa.

Os exames de TCFC serão exportados individualmente em DICOM e avaliados no software ImageJ (NIH Image, Bethesda, MD). A primeira e a última reconstrução axial em que a raiz for visualizada serão utilizadas como referência; em seguida, a reconstrução axial correspondente ao nível médio

| Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 | | | | |
|--|---------------|--------------------|------------|--------------------|
| Bairro: A | reião | CEP: | 13.414-903 | |
| UF: SP | Município: | PIRACICABA | | |
| Telefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br |

Página 03 de 10

ataforma



Continuação do Parecer: 5.637.176

da raiz será selecionada para cada volume de TCFC. Em cada reconstrução selecionada, 8 linhas de interesse (LOIs), com o mesmo comprimento (1,3 mm), serão determinadas ao redor do canal radicular: 4 linhas na direção ortogonal/cruzada (vestibular, lingual, mesial e distal) e 4 linhas na direção oblíqua (mésio-vestibular, disto-vestibular, mésio-lingual e disto-lingual), irradiando da superfície externa do canal radicular até a superfície externa da raiz. Para determinar essas LOIs, será traçada uma linha passando no centro do canal radicular e paralelo ao longo eixo do o corpo mandibular. Em seguida, uma segunda linha, perpendicular à primeira, será traçada. Na intersecção dessas linhas, 2 linhas bissetrizes (45°) com diferentes direções serão desenhadas. As LOIs ortogonais serão determinadas em torno do canal radicular, nas linhas paralelas e perpendiculares; as LOIs oblíquas serão traçadas ao redor do canal radicular, nas linhas bissetoras. Para cada LOI, será medida a média dos valores de cinza. Para padronizar a determinação das LOIs, será utilizada a ferramenta MACRO do software ImageJ. Todas as análises serão realizadas em imagens de 8 bits.

Trinta dias após as avaliações, 20% da amostra será reavaliada para verificar a concordância intraexaminador.

Análise estatística: Os dados referentes à média dos valores de cinza das LOIs serão resumidos na forma de média e desvio-padrão. Os valores obtidos para cada LOI serão comparados utilizando o teste de análise de variância (ANOVA) two-way com teste post-hoc de Tukey para se avaliar a influência dos fatores de estudo (posição do FOV e tipo de implante dentário). O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) será utilizado para avaliar a concordância intra-examinador. Em todos os testes, será adotado um nível de significância de 5%.

Critérios para suspender ou encerrar a pesquisa: A pesquisa não contém riscos previsíveis durante sua realização, logo será encerrada quando os resultados necessários forem obtidos.

Local da pesquisa: A pesquisa será realizada na Clínica de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), localizada na cidade de Piracicaba, SP.

Resultados esperados: Espera-se que haja uma diferença no mapeamento dos artefatos gerados por diferentes implantes dentários a depender da posição do FOV (abrangendo ou não o implante dentário). CRONOGRAMA: O cronograma previsto para a pesquisa será executado caso o projeto seja APROVADO pelo Sistema CEP/CONEP. O cronograma proposto para a pesquisa no projeto informa o início em Setembro de 2022 (Levantamento bibliográfico até dezembro de 2022; e Realização

| Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 | | | | |
|--|---------------|--------------------|------------|--------------------|
| Bairro: A | eião | CEP: | 13.414-903 | |
| UF: SP | Município: | PIRACICABA | | |
| Telefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br |

Página 04 de 10

ataforma



Continuação do Parecer: 5.637.176

das aquisições), Outubro de 2022 (Avaliação das Imagens), Novembro de 2022 (Reavaliação e Tabulação dos Dados), Dezembro de 2022 (Análise Estatística e Redação dos Artigos), e prevê cerca de 4 meses para conclusão do estudo. O cronograma descrito na PB indica que a pesquisa será iniciada em 01/09/2022 e será concluída em 23/12/2022, em cerca de 4 meses.

Objetivo da Pesquisa:

Justificativa: Os artefatos de imagem advindos de objetos de alta densidade física e de número atômico localizados na endomassa e na exomassa podem interferir negativamente na qualidade das imagens de TCFC. Clinicamente, não há um consenso sobre qual a posição ideal do FOV quando se deseja avaliar algum dente localizado próximo a um implante dentário, uma que a posição do FOV em relação ao implante dentário pode influenciar o padrão de espalhamento desse tipo de artefato em uma área adjacente à região formadora dos artefatos. Além disso, o mapeamento desses artefatos traz maior conhecimento ao clínico sobre as zonas do objeto de estudo que mais sofrem com a interferência de linhas hiperdensas ou hipodensas, evitando assim falsos diagnósticos.

Hipótese: Acredita-se que os artefatos gerados por implantes possam se comportar de formas distintas a depender do material que o constitui (Zircônia ou Titânio), e também pode ser influenciado por sua localização no FOV, podendo estar na exomassa ou na endomassa. Além disso, possivelmente os artefatos apresentem um padrão de comportamento que poderá ser identificado através da técnica de Mapping. Objetivo primário: Comparar a expressão dos artefatos em um dente adjacente a diferentes tipos de implantes dentários quando este último é posicionado dentro ou fora do FOV. Objetivos secundários: Não descritos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Quanto aos riscos e desconfortos previstos para os participantes, os pesquisadores informaram que "Não serão previstos riscos para os participantes do estudo, pois não será necessário recrutamento de pacientes. Serão utilizadas barreiras de proteção contra raios X para eliminar quaisquer riscos de exposição aos pesquisadores. Durante as aquisições, os pesquisadores utilizarão dosímetros que permitem o monitoramento da exposição ocupacional à radiação. Em relação aos riscos de utilização de material biológicos, os dentes foram previamente higienizados

| Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 | | | | |
|--|---------------|--------------------|------------|--------------------|
| Bairro: / | Areião | CEP: | 13.414-903 | |
| UF: SP | Município: | PIRACICABA | | |
| Telefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br |

Página 05 de 10

Plataforma



Continuação do Parecer: 5.637.176

e os pesquisadores manipularão os espécimes utilizando equipamentos de proteção individual (EPI). Além disso, os dentes não serão fornecidos à terceiros. Além disso, as imagens tomográficas serão avaliadas pelos avaliadores em ambiente adequado, com 20 tomografias por dia, de modo a evitar fadiga visual". Quanto aos benefícios diretos previstos para os participantes, os pesquisadores informaram que "Não são previstos benefícios diretos aos participantes do estudo. Os resultados obtidos pelo estudo visam contribuir para o entendimento do comportamento dos artefatos provenientes do fenômeno de endurecimento do feixe gerados pela presença de diferentes implantes dentários a depender da posição do FOV em relação à posição do implante (endo ou exomassa)".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Quanto ao modo de abordagem dos participantes da pesquisa para a obtenção do TCLE os pesquisadores informaram que "As imagens obtidas serão o material de avaliação da pesquisa. Para tal, será utilizada uma mandíbula de um indivíduo adulto pertencente ao biobanco da Área de Anatomia do Departamento de Morfologia da FOP/UNICAMP. Para uso, será solicitada autorização da profa. Dra. Ana Cláudia Rossi, coordenadora do referido biobanco. O biobanco da FOP/UNICAMP cumpre a Resolução 44/11, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), do Ministério da Saúde. A mandíbula utilizada não permite a identificação dos humanos a quem pertenceram os ossos. Os dentes que serão utilizados no presente estudo, foram doados por um cirurgião-dentista, que tiveram indicação de exodontia por razões alheias ao estudo. Tais pacientes não são identificados através dos dentes doados. Quanto aos avaliadores, serão os próprios pesquisadores, sem necessidade de recrutamento de outros participantes".

Quanto à justificativa para participação de grupos vulneráveis os pesquisadores informaram que "Os dentes e a mandíbula humana seca que serão utilizados na pesquisa não fazem parte de grupos de vulneráveis". Quanto às medidas para proteção ou minimização dos desconfortos e riscos previsíveis os pesquisadores informaram que "Não serão previstos riscos para os participantes do estudo, pois não será necessário recrutamento de pacientes. Serão utilizadas barreiras de proteção contra raios X para eliminar quaisquer riscos de exposição aos pesquisadores. Durante as aquisições, os pesquisadores utilizarão dosímetros que permitem o monitoramento da exposição ocupacional à radiação. Em relação aos riscos de utilização de material biológicos, os dentes foram previamente

| Endereço: | Av.Limeira 901 Caix | a Postal 52 | | |
|-----------|---------------------|--------------------|------------|--------------------|
| Bairro: A | reião | CEP: | 13.414-903 | |
| UF: SP | Município: | PIRACICABA | | |
| Telefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br |

Página 06 de 10

lataforma



Continuação do Parecer: 5.637.176

higienizados e os pesquisadores manipularão os espécimes utilizando equipamentos de proteção individual (EPI). Além disso, os dentes não serão fornecidos à terceiros. Além disso, as imagens tomográficas serão avaliadas pelos avaliadores em ambiente adequado, com 20 tomografias por dia, de modo a evitar fadiga visual".

Quanto às medidas de proteção à confidencialidade os pesquisadores informaram que "As imagens de TCFC obtidas ficarão sob responsabilidade dos pesquisadores e não serão divulgadas para terceiros". Quanto à previsão de ressarcimento de gastos os pesquisadores informaram que "Não há previsão de gastos para os participantes da pesquisa, portanto, não há previsão de ressarcimento aos mesmos". Quanto à previsão de indenização e/ou reparação de danos os pesquisadores informaram que "Não há previsão de indenização aos participantes da pesquisa, pois não há previsão de riscos ou danos aos mesmos".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A FR foi apresentada preenchida (5 participantes, sem patrocinador principal) e assinada pelo pesquisador responsável (Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto) e pelo Diretor da FOP-UNICAMP (Dr. Francisco Haiter Neto). A FR foi datada de 12/08/2022.

A capa do projeto cita os dados solicitados pelo CEP-FOP.

Foi apresentada a declaração dos pesquisadores, adequadamente preenchida e assinada.

Foi apresentada a declaração da instituição, adequadamente preenchida e assinada.

Foi apresentada a autorização de acesso e uso da Clínica de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP, assinada pela Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França.

Foi apresentado o Termo de Doação de quatro pré-molares inferiores humanos, assinado pela CD Gabriela Pedroso de Oliveira, a partir de seu consultório privado em Piracicaba – SP.

Na PB (item "Propõe dispensa do TCLE?) foi apresentada a justificativa para a não obtenção do consentimento "Serão utilizados 04 pré-molares inferiores que serão doados por um cirurgião-dentista e foram extraídos por razões alheias ao estudo, sem a possibilidade de identificação de informações do paciente. Quanto aos avaliadores, serão os próprios pesquisadores, sem necessidade de recrutamento de outros participantes. Portanto não há a necessidade de aplicação de TCLE".

| Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 | | | | |
|--|---------------|--------------------|------------|--------------------|
| Bairro: A | reião | CEP: | 13.414-903 | |
| UF: SP | Município: | PIRACICABA | | |
| Telefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br |

Página 07 de 10

Plataforma



Continuação do Parecer: 5.637.176

Pendência 1 (atendida em 01/09/2022)- Foi apresentado o regulamento de Biorrepositório para a pesquisa. A responsável pela guarda do material será a pesquisadora Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto. As amostras serão armazenadas no depósito da área de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP em armários trancados com cadeado. Serão estocadas uma mandíbula e quatro dentes. As amostras serão mantidas com os pesquisadores por no máximo 1 mês. As amostras serão devolvidas ao biobanco do Departamento de Morfologia (Área de Anatomia) da FOP/UNICAMP ao final do prazo de armazenamento. O orçamento descrito na PB informa que a pesquisa não terá custos.

A pesquisa foi classificada na Grande Área 4 (Ciências da Saúde) e tem como título público "Mapeamento dos artefatos gerados por diferentes implantes dentários em um dente localizado adjacente à região geradora de artefatos: uma comparação entre endo e exomassa"

A pesquisa não foi classificada nas áreas temáticas especiais.

A Instituição proponente da pesquisa é a Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp e não foi listada Instituição coparticipante.

Recomendações:

As recomendações a seguir não são pendências e podem ou não ser aplicáveis ao protocolo em tela. Não há necessidade de resposta às mesmas. RECOMENDAÇÃO 1- É obrigação do pesquisador desenvolver o projeto de pesquisa em completa conformidade com a proposta apresentada ao CEP. Mudanças que venham a ser necessárias após a aprovação pelo CEP devem ser comunicadas na forma de emendas ao protocolo por meio da PB. RECOMENDAÇÃO 2- Após a aprovação do protocolo de pesquisa os pesquisadores devem atentar para a necessidade de envio de relatórios parciais de atividade (no mínimo um a cada 12 meses) e do relatório final de atividade (ao término da pesquisa). Os pesquisadores devem informar e justificar ao CEP a eventual necessidade de interrupção ou interrupção total ou parcial da pesquisa. RECOMENDAÇÃO 3- Reforça-se a necessidade do registro de Biorrepositórios para as amostras biológicas coletadas e que não sejam de uso imediato. A intenção deve ser registrada no projeto, no Regulamento do Biorrepositório e no TCLE que será assinado pelo participante. RECOMENDAÇÃO 4- Os pesquisadores devem atentar para a necessidade de aplicação de TCLE para coleta de amostras a serem estocadas em Biobancos e Biorrepositórios e para a necessidade de aplicação de novo TCLE quando da realização de novas pesquisas com o material estocado. RECOMENDAÇÃO 5- Pesquisas com dentes doados por

| Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 | | | | | |
|--|---------------|--------------------|------------|--------------------|--|
| Bairro: A | reião | CEP: | 13.414-903 | | |
| UF: SP | Município: | PIRACICABA | | | |
| Telefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br | |

Página 08 de 10



Continuação do Parecer: 5.637.176

profissionais de saúde ainda são toleradas em hipótese pelo CEP-FOP, mas os pesquisadores devem estar cientes de que esta solução dista do ideal ético de consulta direta ao participante por meio de TCLE específico da pesquisa ou da obtenção dos dentes a partir de um Biobanco de dentes e que estas últimas situações deveriam ser escolhidas em substituição à primeira. RECOMENDAÇÃO 6- Os pesquisadores devem manter os arquivos de fichas, termos, dados e amostras sob sua guarda por pelo menos 5 anos após o término da pesquisa. RECOMENDAÇÃO 7- Destaca-se que o parecer consubstanciado é o documento oficial de aprovação do sistema CEP/CONEP e os certificados emitidos pela secretaria do CEP-FOP, a pedido, após a aprovação final do protocolo, só têm valor simbólico e devem ser evitados. RECOMENDAÇÃO 8- Intercorrências e eventos adversos devem ser relatados ao CEP-FOP por meio da PB. RECOMENDAÇÃO 9- Os pesquisadores devem encaminhar os resultados da pesquisa para publicação e divulgação, com devido crédito a todos que tenham colaborado com a realização da pesquisa. RECOMENDAÇÃO 10- O parecer do CEP-FOP é fortemente baseado nos textos do protocolo encaminhado pelos pesquisadores e pode conter inclusive trechos transcritos literalmente do projeto ou de outras partes do protocolo. Trata-se, ainda assim, de uma interpretação do protocolo. Caso algum trecho do parecer não corresponda ao que efetivamente foi proposto no protocolo, os pesquisadores devem se manifestar sobre esta discrepância. A não manifestação dos pesquisadores será interpretada como concordância com a fidedignidade do texto do parecer no tocante à proposta do protocolo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadeguações:

Não há mais pendência por resolver (vide texto acima).

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer de aprovação de Protocolo emitido "ad referendum" conforme autorização do Colegiado na reunião de 02/02/2022. O parecer será submetido para homologação na reunião de 05/10/2022.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|------------------------|------------------------------|------------------|----------------|----------|
| Informações Básicas | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P | 01/09/2022 | | Aceito |
| do Projeto | ROJETO 1996816.pdf | 14:49:36 | | |
| Outros | carta_resposta_parecer.pdf | 01/09/2022 | MARIA FERNANDA | Aceito |
| | | • | • | |
| Endereço: Av.Limeira 9 | 01 Caixa Postal 52 | | | |
| Bairro: Areião | CEP: 13.414-903 | | | |
| UF: SP Mun | icípio: PIRACICABA | | | |
| Telefone: (19)2106-534 | 9 Fax: (19)2106-5349 E-mail: | cep@fop.unicamp. | br | |

| dereye. | Attentional por Gaine | 1 Coldi Oz | | |
|---------|-----------------------|--------------------|------------|--------------------|
| irro: A | eião | CEP: | 13.414-903 | |
| : SP | Município: | PIRACICABA | | |
| lefone: | (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br |

09 de 10



Continuação do Parecer: 5.637.176

| Outros | carta_resposta_parecer.pdf | 13:31:01 | DA SILVA ANDRADE BORTOLETTO | Aceito |
|---|---|------------------------|--|--------|
| Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco | modelo_regulamento_biorrepositorio.pdf | 01/09/2022 13:13:59 | MARIA FERNANDA DA SILVA ANDRADE BORTOLETTO | Aceito |
| Folha de Rosto | Folha_de_Rostopdf | 12/08/2022 13:24:56 | Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto | Aceito |
| Outros | Termo_doacao_dentes.jpeg | 12/08/2022 13:24:27 | Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Autorizacao_para_uso_de_Equiptos_e_l nfraestrutura_Aluna_Maria.pdf | 12/08/2022 13:18:54 | Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto | Aceito |
| Declaração de Pesquisadores | Declaracao_dos_Pesquisadores_Aluna_ Maria_Fernanda.pdf | 12/08/2022 13:18:18 | Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Declaracao_da_Instituicao.pdf | 12/08/2022 13:18:02 | Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_de_pesquisa_mapping_exomas sa_final.pdf | 12/08/2022 13:03:13 | Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto | Aceito |

Situação do Parecer: Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP: Não

PIRACICABA, 12 de Setembro de 2022

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

| Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 | | | | | | | |
|--|--------------------|------------|--------------------|--|--|--|--|
| Bairro: Areião | CEP: | 13.414-903 | | | | | |
| UF: SP Município: | PIRACICABA | | | | | | |
| Telefone: (19)2106-5349 | Fax: (19)2106-5349 | E-mail: | cep@fop.unicamp.br | | | | |

Página 10 de 10

PlataPorma Brasil

2. Comprovante de submissão do artigo

Submission Confirmation for Mapping artifacts generated in a tooth adjacent to dental implants located in the endomass and exomass in cone-beam computed tomography



em.joe.0.80c421.0b77007d@editorialmanager.com <em.joe.0.80c421.0b77007d@editorialmanager.com >

Para: Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto

Dear Dr. da Silva Andrade Bortoletto,

Your submission entitled "Mapping artifacts generated in a tooth adjacent to dental implants located in the endomass and exomass in cone-beam computed tomography" has been received by the Journal of Endodontics.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to the Journal of Endodontics web site as an author.

The URL is https://www.editorialmanager.com/joe/

Your username is: maria.ferandrade

Can't remember your password?

To reset your password please try to sign in and click 'continue'. On the next screen click the 'forgot password' link and follow the steps to reset your password.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to the Journal of Endodontics.

Kind regards,

Journal of Endodontics

3. Relatório de similaridade

Dissertação

| RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE | | | | | |
|----------------------------|---|---------|--|--|--|
| | 0% 17% 15% % FONTES DA INTERNET PUBLICAÇÕES DOCUMENT ALUNOS | TOS DOS | | | |
| FONTE | S PRIMĀRIAS | | | | |
| 1 | link.springer.com Fonte da Internet | 5% | | | |
| 2 | repositorio.unicamp.br Fonte da Internet | 4% | | | |
| 3 | www.scielo.br Fonte da Internet | 1 % | | | |
| 4 | Rocharles C. Fontenele, Amanda Farias Gomes, Lucas P. Lopes Rosado, Frederico S. Neves, Deborah Q. Freitas. "Mapping the expression of beam hardening artefacts produced by metal posts positioned in different regions of the dental arch", Clinical Oral Investigations, 2020 Publicação | 1 % | | | |
| 5 | Amanda P. Candemil, Benjamin Salmon, Deborah Queiroz Freitas, Francisco Haiter- Neto, Matheus Lima Oliveira. "Distribution of metal artifacts arising from the exomass in small field-of-view cone beam computed tomography scans", Oral Surgery, Oral | | | | |