

## **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE AQUISIÇÃO E DO POSICIONAMENTO DE IMPLANTES NA ENDOMASSA E EXOMASSA NA EXPRESSÃO DE ARTEFATOS EM UM DENTE ADJACENTE A ELES EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

**Palavras-Chave:** Artefatos de imagem; Metais; Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

**Autores(as):**

**Isabela Cristina Siqueira – FOP/UNICAMP**

**Me. Maria Fernanda da Silva Andrade Bortoletto (coorientadora) – FOP/UNICAMP**

**Prof. Dr.<sup>a</sup> Deborah Queiroz de Freitas França (orientadora) – FOP/UNICAMP**

---

### **INTRODUÇÃO:**

A tomografia computadorizada de feixe cônico tem sido amplamente utilizada em diversas áreas da Odontologia com a finalidade de auxiliar o diagnóstico e viabilizar um planejamento de tratamentos de forma mais precisa, por proporcionar uma representação tridimensional do complexo dentomaxilofacial (Veldhoen et al., 2017). No entanto, é importante ressaltar que as imagens tomográficas podem ter sua qualidade comprometida na presença de artefatos, os quais podem ser induzidos por características intrínsecas do aparelho, fenômenos de extinção e endurecimento do feixe, por exemplo (Schulze et al., 2011).

Os artefatos do tipo endurecimento do feixe são resultantes da interação do feixe de raios-X com objetos de elevado número atômico e densidade física presentes no paciente, tanto dentro como fora do campo de visão (endomassa e exomassa, respectivamente), e que estejam dentro do feixe de radiação colimado (Candemil et al., 2018). A presença de artefatos nas imagens pode comprometer a precisão do diagnóstico e a tomada de decisões clínicas. (Ikubo et al., 2015; Freitas et al., 2019).

Dentre os fatores que podem influenciar a intensidade e a distribuição desses artefatos, destacam-se o número de objetos, o posicionamento em relação ao FOV e as características físicas, sendo que, quanto maior a quantidade, número atômico e densidade física maior será a expressão dos artefatos (Candemil et al., 2020). Além disso, a depender da tarefa diagnóstica, é necessário optar por um protocolo de aquisição mais adequado, sendo esses, o tamanho do campo de visão, quilovoltagem (kVp), miliamperagem (mA), tamanho do voxel e o número de imagens base (Nasseh et al., 2018).

Ademais, alguns tomógrafos apresentam a ferramenta de redução de artefatos (FRA), a qual realiza o melhoramento computacional da imagem para aprimorar a sua qualidade final, sem interferir na dose de radiação recebida pelo paciente (Nasseh et al., 2018). Na literatura há suposições sobre a atuação da FRA, mas pouco se sabe sobre seu real funcionamento. Algumas pesquisas afirmam que esta ferramenta apresenta melhor rendimento quando o objeto de alto número atômico e densidade física encontra-se na endomassa do que na exomassa (Candemil et al., 2019; Demirturk et al., 2022). Entretanto, até o dado momento, não foi observado como esta ferramenta atua na leitura dos tons de cinza em um dente adjacente à implantes dentários posicionados na endomassa e na exomassa.

Tendo em vista a necessidade de reduzir a expressão de artefatos provocados por implantes para aprimorar os diagnósticos em TCFC e a importância em respeitar o princípio ALADAIP (As Low As Diagnostically Acceptable being Indication-oriented and Patient-specific) que visa a redução da dose de radiação recebida pelo paciente mas mantendo a qualidade da imagem, o objetivo neste estudo foi avaliar a expressão de artefatos provocada por implantes dentários em um dente adjacente por meio do estabelecimento do posicionamento de um implante, na endomassa ou exomassa, e quais são os efeitos dos de diferentes protocolos de aquisição e reconstrução na produção de artefatos em suas adjacências.

## **METODOLOGIA:**

### **Seleção e preparo da amostra**

Foi utilizada uma mandíbula seca de um indivíduo adulto pertencente ao biobanco da Área de Anatomia do Departamento de Morfologia da FOP/UNICAMP, e três pré-molares inferiores. Esses dentes foram higienizados e não apresentavam tratamento endodôntico, canais e/ou raízes supranumerárias, calcificação pulpar, reabsorção interna/externa e fratura radicular. Além disso, selecionou-se dois tipos 2 implantes, zircônia e titânio.

### **Aquisição das imagens**

O fantoma foi construído posicionando-se os pré-molares, individualmente, no alvéolo do dente 44, enquanto os implantes foram colocados individualmente no alvéolo do dente 45.

Os parâmetros fixos de aquisição foram: FOV de 5x5cm e 90 kVp e os variáveis foram: miliamperagem (5mA, 8mA e 12,5mA) e o tamanho do voxel (0,20, 0,085 mm). Também a posição do fantoma foi levemente alterada dependendo do grupo, ou seja, dependendo se o alvéolo do dente 45 deveria estar na endomassa ou na exomassa. As posições do fantoma no FOV foram padronizadas utilizando-se as luzes de orientação do aparelho. Após cada aquisição, a imagem foi recuperada com a ferramenta FRA e salva. Foram realizadas 6 aquisições por grupo (controle, titânio e zircônia) quanto ao posicionamento do FOV, para cada dente, que ocorreram da seguinte forma:

- Grupo controle na endomassa: alvéolo do dente 45 na endomassa, sem implante;
- Grupo controle na exomassa: alvéolo do dente 45 na exomassa, sem implante;
- Grupo titânio na endomassa: alvéolo do dente 45 na endomassa, com o implante de titânio;
- Grupo titânio na exomassa: alvéolo do dente 45 na exomassa, com o implante de titânio;
- Grupo zircônia na endomassa: alvéolo do dente 45 na endomassa, com o implante de zircônia;
- Grupo zircônia na exomassa: alvéolo do dente 45 na exomassa, com o implante de zircônia.

Dessa forma, foram adquiridos o total de 216 exames de TCFC (3 dentes x 3 grupos x 2 posições no FOV x 3 níveis de mA x 2 tamanhos de voxel x 2 condições de MAR). Os exames foram exportados no formato DICOM.

### **Avaliação das imagens**

A expressão dos artefatos gerados devido ao fenômeno de endurecimento do feixe foi avaliada por um radiologista experiente através de uma análise objetiva da qualidade da imagem, em uma sala silenciosa com luz branda.

Os exames de TCFC foram exportados de forma individualizada em formato DICOM e avaliados usando o software ImageJ (NIH Image, Bethesda, MD) em imagens de 8 bits. Para a avaliação, foi selecionada a reconstrução axial correspondente ao nível médio da raiz para cada volume de TCFC.

Dentro de cada reconstrução selecionada, foram estabelecidas oito linhas de interesse (LOIs) ao redor do canal radicular. Sendo quatro linhas na direção ortogonal (vestibular, lingual, mesial e distal) apresentando 1,3 mm de comprimento; quatro linhas na direção oblíqua (mesiovestibular, distovestibular, mesiolingual e distolingual) apresentando 0,8 mm de comprimento. Todas as linhas iniciam na superfície externa do canal radicular e se estendem até superfície externa da raiz.

Para cada LOI, foi calculada a média e o desvio padrão (DP) dos valores de cinza. A ferramenta MACRO do software ImageJ foi utilizada para padronizar as LOIs. Trinta dias após as avaliações, 20% da amostra foi reavaliada para verificar a concordância intra-examinador.

### **Análise estatística**

As médias e os DP dos tons de cinza para cada LOI para cada condição estudada foram comparadas utilizando o teste de análise de variância (ANOVA) multi-way com teste post-hoc de Tukey para verificar a influência dos fatores estudados. O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) foi utilizado para avaliar a concordância intra-examinador. Em todos os testes, foi adotado um nível de significância de 5%.



comportamento também foi observado no grupo zircônia, entretanto, apenas para algumas LOIs e em todos os protocolos. Entretanto, a média do desvio padrão não apresentou diferença significativa entre os diferentes tamanhos de voxel para ambos implantes, o que significa que a expressão de artefatos foi semelhante entre as duas situações. Esse resultado concorda parcialmente com estudo prévio, no qual foi avaliada a expressão de artefatos ao redor de implantes de titânio e zircônia, sendo que para zircônia, assim como na presente pesquisa, as médias dos tons de cinza foram significativamente menores para o menor tamanho de voxel estudado, porém, discordou com relação ao implante de titânio, no qual o voxel de 0,113 mm apresentou menor média de tons de cinza do que o voxel de 0,20 mm (Shokri A et al., 2022). Entretanto, neste estudo foram utilizados diferentes protocolos de aquisição, bem como a avaliação quantitativa foi realizada em ROIs, que avalia área, e não LOIs que avalia a expressão de artefatos em linhas.

Ao observar o efeito da ferramenta FRA, para os grupos controle e titânio, não ocorreu diferença significativa nas médias dos tons de cinza para todos os protocolos de aquisição e ambas posições. No entanto, para o implante de zircônia, quando posicionado na endomassa houve um aumento significativo nas médias de tons de cinza na presença da ferramenta FRA para algumas LOIs. Já, quando posicionado na exomassa, não houve diferença significativa nas médias dos tons de cinza na presença da ferramenta FRA para nenhuma LOI. Com relação à média do desvio padrão, a ferramenta FRA não influenciou na expressão de artefatos para ambos os implantes em todos os protocolos, tanto na endomassa como na exomassa, não apresentando diferença significativa. Esse resultado corrobora com estudo prévio em que a ferramenta FRA não provocou redução da expressão de artefatos de para materiais de alto número atômico e densidade física presentes na exomassa (Candemil et al., 2019).

Em se tratando da comparação entre as diferentes LOIs, no grupo controle e titânio, independente do protocolo de aquisição, não houve diferença significativa nas médias dos tons de cinza entre as diferentes LOIs. Em relação ao grupo zircônia, sem a FRA, na endomassa, em 0,085 mm de voxel, tanto para 5mA quanto 8mA, algumas LOIs apresentaram médias de tons de cinza significativamente diferentes. Em 0,2mm de voxel, as médias dos tons de cinza das LOIs em 8mA e 12,5mA apresentaram diferenças dentro desse mesmo grupo. Por fim, com a ferramenta FRA ativada, na endomassa em 0,085mm de voxel, apenas houve diferença significativa nas médias dos tons de cinza entre as diferentes LOIs em 8mA. Com relação à média do desvio padrão, houve diferença significativa entre as LOIs apenas para o grupo zircônia em ambas as posições, para todos mA no voxel de 0.085 mm, indicando maior expressão de artefatos. Ao avaliar a média dos tons de cinza juntamente com a do desvio padrão, sugere-se que o implante de titânio gerou menor expressão de artefatos do que o grupo zircônia, o que concorda com estudos prévios (Demirturk et al., 2022).

Com relação à média dos tons de cinza, na endomassa todos os grupos diferiram entre si, sendo que o grupo controle apresentou média de tons de cinza significativamente maiores do que os grupos titânio e zircônia. E o grupo titânio apresentou médias maiores que o grupo zircônia. Na exomassa, o grupo controle apresentou médias de tons de cinza semelhantes às médias do grupo titânio, enquanto o grupo zircônia apresentou médias de tons de cinza significativamente menores que os grupos controle e titânio nesta posição. Em se tratando da comparação da média do desvio padrão entre os grupos, o implante de zircônia apresentou expressão de artefatos significativamente maior na LOI vestibular, em ambas as posições.

Com relação aos diferentes valores de miliamperagem, não houve diferença significativa nas médias dos tons de cinza e do desvio padrão para todos os grupos em todos os protocolos. Portanto, optar pelo menor valor mA não influenciará na qualidade da imagem e irá irradiar menos o paciente. Este resultado se assemelha com o de um estudo que comparou a variabilidade dos tons de cinza entre dois valores de miliamperagem (3 e 9 mA) a 90 kVp e 0.3 mm de voxel, sendo que, como no presente estudo, não houve diferença significativa entre os valores (Oliveira ML et al., 2014).

A concordância intra-examinador foi de 0.93, o que é considerado excelente (Koo et al., 2016), o que demonstra que o examinador estava bem treinado para realizar a avaliação de maneira padronizada.

## **CONCLUSÕES:**

Para ambos os implantes, recomenda-se posicioná-los na exomassa, sem a aplicação da ferramenta FRA, sob 0,2 mm de voxel e 5mA, 90 kVp e no FOV de 5x5 cm. Nessa posição e com esse protocolo de aquisição, houve maior homogeneidade nas médias de tons de cinza das LOIs para ambos os implantes. Além disso, como os tamanhos de voxel apresentaram expressão de artefatos similar, opta-se pelo maior por gerar menor dose de radiação ao paciente. Quanto à miliamperagem, por não apresentar diferença na expressão de artefatos, recomenda-se utilizar o menor valor, novamente, por proporcionar menor dose de radiação ao paciente.

## BIBLIOGRAFIA

1. 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.
2. Schulze R, Heil U, Gross D, et al. Artifacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(5):265-273.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. *Dent Clin North Am*. 2018 Jul;62(3):361-391. doi: 10.1016/j.cden.2018.03.002. PMID: 29903556.
8. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140224. doi: 10.1259/dmfr.20140224. PMID: 25263643; PMCID: PMC4277439.
9. Abramovitch K, Rice DD. Basic principles of cone beam computed tomography. *Dent Clin North Am*. 2014 Jul;58(3):463-84. doi: 10.1016/j.cden.2014.03.002. PMID: 24993919.
10. 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.
11. 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.
12. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*. 2016; 15: 155–63. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
13. Andrade-Bortoletto MFS, Fontenele RC, Farias-Gomes A, Freitas DQ. Mapping artifacts generated in a tooth adjacent to titanium and zirconia implants located in the endomass and exomass in cone beam computed tomography: an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2024 Jan;137(1):73-82. doi: 10.1016/j.oooo.2023.08.002. Epub 2023 Aug 8. PMID: 37838553.
14. Shokri A, Vafaei F, Haghighat L, Shahabi S, Farhadian M, Jamalpour MR. Comparison of the amount of artifacts induced by zirconium and titanium implants in cone-beam computed tomography images. *BMC Med Imaging*. 2022 Sep 3;22(1):156. doi: 10.1186/s12880-022-00884-5. PMID: 36057551; PMCID: PMC9440550.
15. Oliveira ML, Freitas DQ, Ambrosano GM, Haiter-Neto F. Influence of exposure factors on the variability of CBCT voxel values: a phantom study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2014;43(6):20140128. doi: 10.1259/dmfr.20140128. Epub 2014 May 28. Erratum in: *Dentomaxillofac Radiol*. 2014;43(8):20149002. doi: 10.1259/dmfr.20149002. PMID: 24869906; PMCID: PMC4141669.