Artefatos gerados por diferentes implantes dentários na endomassa e exomassa em TCFC na maxila e na mandíbula: há diferença?

Palavras chaves: Artefatos; Implantes Dentários; Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

Autores(as):

Maria Fernanda Zaccharias Okuyama- UNICAMP

Thamiles Gonzalez Rodrigues Passos,- UNICAMP

Prof(ª). Dr(ª). Deborah Queiroz de Freitas (orientadora)- UNICAMP

---

1. RESUMO

Neste projeto, avaliou-se os artefatos de imagens gerados pelos implantes de zircônia (Zr) e titânio (Ti) na endomassa e exomassa em maxila e mandíbula em imagens de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC). Foi utilizado um eppendorf contendo fosfato dipotássico, posicionado no alvéolo correspondente ao dente incisivo lateral direito em maxila e mandíbula humana seca, ambos com alvéolos preservados. No alvéolo adjacente, foram posicionados implantes de Zr e Ti, individualmente. Exames sem implante no alvéolo também foram adquiridos. Duas vértebras cervicais secas também compuseram os fantomas. Os conjuntos maxila e vértebras e mandíbula e vértebras foram imersos em um recipiente com água individualmente. As imagens foram adquiridas sob o protocolo de 90 kVp, 6,3 mA, campo de visão (FOV) de 5x5 cm e voxel de 0,085 mm, com três repetições para garantir a reprodutibilidade, totalizando 36 volumes. As imagens foram avaliadas por um avaliador experiente no software ImageJ, determinando os valores de média e desvio padrão (DP) dos tons de cinza na região do eppendorf. Houve diferença significativa dependendo do tipo de material e do posicionamento. Como o implante de Zr apresentou menor média e maior DP dentre as condições estudadas, esse apresentou maior expressão de artefatos, especialmente para exomassa. Observou-se que apenas para o implante de Ti houve diferença entre a maxila e mandíbula ($p<0,05$). Conclui-se que, no geral, a expressão de artefatos não difere se o implante é colocado na maxila ou na mandíbula, podendo ambas as arcadas serem utilizadas em estudos ex vivo.

2. INTRODUÇÃO

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) é uma modalidade de exame por imagem amplamente utilizada na Odontologia. (Abramovitch et al., 2014; Pauwels et al., 2015). Entretanto, a qualidade das imagens de TCFC pode ser diminuída na presença de artefatos de imagem, que são estruturas que aparecem no volume reconstruído, mas que não fazem parte do objeto estudado (Schulze et al., 2011; Fontenele et al., 2021).

Estudos buscam formas de diminuir a expressão dos artefatos de imagem na região avaliada, por meio de alteração nos parâmetros de aquisição (Freitas et al., 2018; Gaêta-Araujo et al., 2020), uso de ferramentas de reconstrução (Freitas et al., 2018; Fontenele et al., 2020) e posicionamento do material gerador de artefato no campo de visão (FOV) (Candemil et al., 2018; Andrade-Bortoletto et al., 2024). Foi relatado na literatura que incluir materiais de alto número atômico, como implantes dentários, no interior do FOV (endomassa) ou mantê-los fora do FOV (exomassa) pode reduzir a expressão das faixas hipodensas e hiperdensas na imagem (Candemil et al., 2018; Demirturk Kocasarac et al., 2022; Andrade-Bortoletto et al., 2024). Dessa forma, observa-se que a melhor decisão entre deixar o objeto de alto número atômico na endomassa ou na exomassa ainda não está bem estabelecida na literatura. Além disso, nesses estudos, foram utilizados corpos de prova ou apenas uma mandíbula para avaliação dos artefatos. Portanto, o objetivo nesse estudo foi avaliar os artefatos de imagem gerados por implantes dentários na endomassa e exomassa na maxila e na mandíbula em TCFC.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Aquisição dos exames de TCFC

O conjunto de crânio seco e maxila foi posicionado utilizando fita adesiva e elásticos no aparelho OP300 Maxio (Instrumentarium, Tuusula, Finlândia) e um eppendorf contendo K_2HPO_4 foi inserido no alvéolo do dente incisivo lateral superior direito. As imagens de TCFC foram adquiridas sob o seguinte protocolo de aquisição: campo de visão de 5 x 5 cm, 90 kV, 6,3 mA e voxel de 0,085 mm.

Em momentos distintos, foram inseridos um implante dentário de titânio (4 mm de diâmetro x 11 mm de altura, Neodent Brasil, Curitiba, Brasil) ou de zircônia (Z-Look3, Z systems, Switzerland) na região do dente canino superior do lado direito. Foram realizadas aquisições em 6 condições diferentes:

1) Uma aquisição com o implante de titânio posicionado no alvéolo do canino e dentro do FOV (endomassa).

2) Uma aquisição com o implante de titânio posicionado no alvéolo do canino e fora do FOV (exomassa).

3) Uma aquisição com o implante de zircônia posicionado no alvéolo do canino e dentro do FOV (endomassa).

4) Uma aquisição com o implante de zircônia posicionado no alvéolo do canino e fora do FOV

(exomassa).

5) Uma aquisição sem implante no alvéolo do canino e esse posicionado dentro do FOV (endomassa).

6) Uma aquisição sem implante no alvéolo do canino e esse posicionado fora do FOV (exomassa).

Após as aquisições em maxila, a mandíbula foi fixada em um outro recipiente plástico com cera utilidade e o eppendorf foi posicionado na região do alvéolo do dente incisivo lateral inferior direito. As imagens da mandíbula foram adquiridas sob os mesmos protocolos de aquisição descritos anteriormente.

O recipiente que continha os conjuntos de crânio, maxila e vértebras cervicais ou mandíbula e vértebras cervicais foi preenchido com água para simulação da atenuação da radiação pelos tecidos moles. Os grupos 5 e 6 funcionaram como controle. Foram realizadas 03 repetições para cada um dos protocolos avaliados. Assim, foram obtidos 36 exames de TCFC (6 protocolos x 2 arcadas x 3 repetições).

3.2. Avaliação das imagens

As imagens de TCFC foram exportadas individualmente em formato DICOM e avaliados no software ImageJ. A primeira e a última reconstrução axial em que o eppendorf foi visualizado foram utilizadas como referência. Em seguida a reconstrução axial correspondente ao nível médio do eppendorf foi selecionada para cada volume de TCFC para análise.

Na maxila, a reconstrução axial escolhida foi de número 337, utilizando o diâmetro circular de 3mm para análise da região de interesse (ROI). Já para a mandíbula, a reconstrução axial foi definida no número 215, com o diâmetro circular em 2mm. Esta decisão foi tomada para que a área de medição da ROI esteja totalmente dentro da área da seção do eppendorf e de modo centralizado. As ROIs possuíam formato circular e foram desenhadas no centro do eppendorf utilizando o software ImageJ, para que fossem determinados os valores de média e de desvio-padrão dos tons de cinza.

3.3. Análise estatística

As análises foram realizadas no software SPSS versão 25.0, com o nível de significância de 5%. A média dos valores de média e desvio padrão foram comparados utilizando a Análise de Variância (ANOVA) multi-way e o teste post-hoc de Tukey, para a avaliação da influência dos fatores de estudo (posição do material no FOV, tipo de implante dentário, e arcada. O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) foi utilizado para avaliar a concordância intra-avaliador.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra a média (DP) das médias obtidas. Observa-se que houve influência dos 3 fatores estudados ($p<0,05$). Em relação aos materiais, houve diferença significativa entre as 3 condições (sem implante e com os diferentes implantes), independente da arcada. Comparando-se endomassa e exomassa, na mandíbula, houve diferença para os grupos controle e implante de Ti; já na maxila, houve

diferença para os grupos implantes de Ti e Zr. Também houve diferença entre as arcadas ($p<0,05$), para o controle na endomassa e para o Ti nas duas posições.

Tabela 1 : Média (DP) dos valores de tons de cinza

Arcada	Material	Endomassa	Exomassa
Mandíbula	Controle (a)	73,03 (0,03) B	76,48 (1,05) A
	Titânio (b)	56,91 (0,23) B	60,42 (0,42) A
	Zirconia (c)	48,30 (1,12) A	49,62 (0,91) A
Maxila	Controle (a)	78,40 (1,18) A*	76,11 (1,62) A
	Titânio (b)	51,65 (0,62) B*	64,83 (3,84) A*
	Zirconia (c)	47,68 (3,43) B	52,00 (1,76) A

p arcada= 0,001; p material < 0,001; p posição < 0,001.
DP, desvio padrão
Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre endomassa e exomassa.
* difere da mandíbula.
de acordo com ANOVA multi-way e teste post-hoc de Tukey.

Tabela 2 : Média (DP) dos desvios padrões dos tons de cinza

Arcada	Material	Endomassa	Exomassa
Mandíbula	Controle	5,92 (0,04) b	4,87 (0,16) b
	Titânio	5,57 (0,45) b	6,53 (0,72) ab
	Zirconia	8,32 (0,79) a	7,70 (2,08) a
Maxila	Controle	7,99 (0,55) *	7,51 (0,58) ab*
	Titânio	6,77 (1,03)	6,20 (0,66) b
	Zirconia	7,66 (0,68)	8,57 (0,34) a

p arcada= 0,002; p material < 0,001; p posição=0,613.
DP, desvio padrão
Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os materiais.
* difere da mandíbula.
de acordo com ANOVA multi-way e teste post-hoc de Tukey.

No que se refere ao desvio padrão, houve influência significativa dos fatores arcada e material ($p<0,05$). Na mandíbula, para a endomassa, o valor do implante de Zr foi significativamente maior do que o controle e o implante de Ti, que não diferiram entre si. Para a exomassa, o valor do implante de Zr foi maior que o controle e o implante de Ti não diferiu das outras duas condições, controle e implante de Zr.

Já para a maxila, na exomassa, o implante de Zr foi significativamente maior que o implante de Ti, já o controle não diferiu das duas condições de implante, Zr e Ti. Na endomassa da maxila, não houve diferença significativa entre os materiais.

Considerando as arcadas, os valores do grupo controle foram significativamente maiores na maxila do que na mandíbula, independentemente da posição do FOV (endomassa ou exomassa).

Na média dos tons de cinza, houve diferença significativa, a depender do tipo de material (controle, Zr ou Ti) e do posicionamento (endomassa e exomassa). Os resultados estão em concordância com estudos anteriores (citar referências), destacando a influência dos diferentes tipos de materiais e a localização do artefato.

5. CONCLUSÃO

No geral, a expressão de artefatos não foi afetada pela localização dos implantes nas diferentes arcadas. Esse resultado demonstra que ambas maxila e mandíbula podem ser utilizadas em estudos ex vivo que avaliem a expressão de artefatos e fatores geradores ou redutores sem interferência da região onde os materiais foram inseridos.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. Dentomaxillofac Radiol 2015; 44: 20140224.

2. Abramovitch K, Rice DD. Basic Principles of Cone Beam Computed Tomography. Dent Clin North Am 2014; 58: 463–84.3.

3. Schulze R, Heil U, Groß D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artefacts in CBCT: A review. Dentomaxillofacial Radiol. 2011;40(5):265–73.

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

5. Fontenele RC, Nascimento EHL, Santaella GM, Freitas DQ. Does the metal artifact reduction algorithm activation mode influence the magnitude of artifacts in CBCT images? Imaging Sci Dent. 2020 Mar;50(1):23- 30.

6. 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 Jul;47(6):20180011.

7. 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.

8. Demirturk Kocasarac H, Koenig LJ, Ustaoglu G, Oliveira ML, Freitas DQ. CBCT image artefacts generated by implants located inside the field of view or in the exomass. Dentomaxillofac Radiol. 2022 Feb 1;51(2):20210092.

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

10. 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 Jul;130(1):116-125.